



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Politècnica Superior d'Edificació
de Barcelona

MÀSTER UNIVERSITARI EN CONSTRUCCIÓ AVANÇADA EN L'EDIFICACIÓ

TREBALL DE FI DE MÀSTER

OBRAS PÚBLICAS EN BIM

INSTITUT LLUÍS DE REQUESENS DE MOLINS DE REI

Projectista: Miguel Carrión Martínez

Director/s: Gustavo De Gispert Irigoyen

Convocatòria: Septiembre-Octubre

RESUMEN

El BIM ha comenzado a instaurarse en las obras públicas y privadas de nuestro país. Éste supone un avance pero sobretodo un cambio en cuanto a la metodología de construcción hasta ahora.

En el presente Trabajo Final de Máster se pretende describir el proceso constructivo tradicional y compararlo con el proceso constructivo en la metodología BIM, y destacar su uso en las obras públicas.

A continuación, se explicará cómo se desarrolla el proceso BIM en las obras publicas de *Infraestructuras.cat*, *una de las administraciones más punteras en esta metodología en España, para conocer de qué modo y bajo que directrices está implantando esta metodología.*

Finalmente, se expondrá la prueba piloto de *Infraestructuras.cat* en el uso del BIM, el INSTITUT LLUÍS DE REQUESENS DE MOLINS DE REI. Se describirá un resumen de las principales características objetivos y conclusiones que se obtuvieron de esta prueba. Además, y mediante de los modelos Revit de este proyecto así como planos y documentación del proyecto ejecutivo se realizará un ejemplo básico de obtención de información a través del modelo a modo experimental para confirmar las conclusiones que se esperan obtener de este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO.....	5
------------------------------	---

PARTE 1. LA CONSTRUCCIÓN: CARACTERÍSTICAS Y PROCESOS

1. EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.....	8
2. EL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	9
3. AGENTES INTERVINIENTES EN EL PROCESO.....	11
4. LAS DESVENTAJAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO TRADICIONAL.....	14
5. CONCLUSIONES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO TRADICIONAL.....	15

PARTE 2. EL BIM

1. INTRODUCCIÓN: ¿QUÉ ES EL BIM?.....	16
2. CARACTERÍSTICAS DEL BIM.....	18
3. EN BIM EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO. METODOLOGÍA.....	20
4. SOFTWARE BIM.....	23
5. EL BIM EN OBRAS PÚBLICAS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA.....	26
5.1. EL EQUIPO DE DIRECCIÓN BIM.....	27
5.2. EL PROCESO BIM.....	28
5.3. ROLES Y RESPONSABILIDADES BIM.....	32
5.4. ENTORNO COLABORATIVO DEL CONTRATO BIM.....	33
5.5. PEB. PLAN DE EJECUCIÓN BIM.....	34
5.6. MODELOS BIM.....	35
5.7. USOS BIM DE LOS MODELOS.....	38
5.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS OBJETOS DEL MODELO.....	38
5.9. ESTÁNDARES DE MODELADO.....	39
5.10. PRESENTACIÓN Y ENTREGABLES.....	41
6. CONCLUSIONES.....	41
6.1. VENTAJAS.....	41
6.2. DESVENTAJAS.....	42
6.3. CONCLUSIONES DEL BIM EN INFRAESTRUCTURAS.....	42
7. CASOS DE ÉXITO DEL BIM EN ESPAÑA Y EL MUNDO.....	43
8. BIM EN EL ÁMBITO NACIONAL E INTERNACIONAL.....	47

PARTE 3. INSTITUT LLUÍS DE REQUESENS DE MOLINS DE REI

1. INTRODUCCIÓN.....	49
2. OBJETIVOS BIM DEL PROYECTO.....	50

3. MODELADO DEL PROYECTO.....	53
3.1. EL MODELO 3D.....	53
3.2. COORDINACIÓN Y FEDERACIÓN DE LOS MODELOS DE DISCIPLINA. INFORMES DE COLISIONES.....	58
3.3. OBTENCIÓN DE TABLAS Y MEDICIONES.....	60
4. CONCLUSIONES OBTENIDAS DE LA PRUEBA PILOTO.....	65
CONCLUSIONES.....	66
BIBLIOGRAFIA.....	68
WEBGRAFIA.....	69
ANEJOS.....	70

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO.

EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN CRISIS

Para poder explicar que es el BIM, como surge y lo importante que es su aplicación, debemos analizar primero el sector de la construcción en la actualidad para entender que supone la aparición del BIM.

El BIM en España aparece de forma notable coincidiendo con la crisis del sector de la construcción de 2007, sin duda uno de los mayores puntos de inflexión de este sector en la historia reciente del país. Un hecho como este en un sector tan amplio motiva que éste se reinvente para poder recuperarse y prosperar de nuevo. Se debe tener en cuenta que, prácticamente desde del principios del s. XX, apenas ha cambiado la metodología a la hora de construir edificios. Estos dos factores propician que el mercado exija mayores garantías tanto del producto final, mejor rendimiento económico y diferenciación frente a la competencia.

La construcción es uno de los principales motores de las economías y, por tanto, tiene una gran relevancia en el desarrollo y evolución de cualquier país. Sus avances afectan directamente al desarrollo del sector primario, secundario y terciario y, del mismo modo, supone una de las mayores fuentes de empleo tanto cualificado como no.

EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

Así como la industria en general sufre un proceso de evolución constante gracias a avances tecnológicos en el proceso constructivo, comunicaciones y en el producto en sí, el sector de la construcción no ha progresado del mismo modo. El edificio en si es un producto estático, único, complejo en su composición y uso y geológicamente determinado. Estos factores hacen que su precio sea muy variable, que su tiempo de producción sea muy dilatado en el tiempo así como duradero lo que implica un elevado mantenimiento.

El proceso para construir un edificio es muy complejo y durante muchos años no ha sufrido avances significativos a nivel de gestión y procesos. Al contrario que el resto de sectores, donde se han observado pasos notables hacia la digitalización y el uso de dispositivos inteligentes o Smart, el proceso de construcción en España se desarrollaba de la siguiente forma:

El promotor solicita a un profesional (despacho de arquitectura) el encargo, y este traslada el encargo a otros profesionales para que desarrollen las partes específicas (estructura, instalaciones, arquitectura, etc.) que una vez remitida de vuelta se junta formando el proyecto. Este proceso no garantiza la coherencia, actualización de la información ni permite avanzar de forma eficaz las posibles interferencias.

Tras esta fase de proyecto, con toda la documentación finalizada, entregada al cliente y a la administración obtenido los correspondientes permisos es cuando interviene la constructora para ejecutar la obra. En este punto toda incidencia e incoherencia en el proyecto provoca retrasos y sobrecostes. Además el proyecto y las soluciones previstas podrían no ajustarse a la forma de trabajar de ésta al no haber participado en la redacción del proyecto.

Durante la construcción, el elevado grado de subcontratación propicia que las modificaciones que se vayan realizando el proyecto no siempre lleguen a todos los subcontratistas y proveedores generando más incidencias durante el proceso.

Durante la fase de uso o explotación, la documentación que recibe el usuario (planos, libro del edificio, etc.) suele ser insuficiente tanto para el mantenimiento como para rehabilitación de elementos, lo que implica al usuario a la contratación de personal que desconoce el edificio y cuyas soluciones quizás no sean las más adecuadas.

Todos estos factores suponen sobrecostes e incumplimientos de plazos así como conflictos en obra. Por tanto, se puede deducir que el sector de la construcción tiene un rendimiento en cuanto a la gestión y desarrollo bastante atrasado y que no obedece a las tendencias actuales.

PRIMEROS AVANCES Y APARICIÓN DE NUEVOS AGENTES

El último gran avance que experimentó la construcción fue el uso del dibujo asistido mediante CAD, que facilitó y redujo el tiempo de elaboración de proyectos significativamente. Pero pese a que supone un avance técnico importante, no es más que una evolución del sistema tradicional de dibujo de planos, sin salvar el problema de las incoherencias y colisiones que dan lugar en la ejecución de los proyectos. La metodología se ve inalterada y el CAD no proporciona herramientas que permitan una evolución en este aspecto.

Es cierto que han aparecido nuevas tendencias o metodologías en el sector. La primera y más importante es la aparición del Project Management, que consiste en la gestión integral del proyecto mediante un equipo que coordina a todos los agentes y que actúa como único interlocutor con el promotor, además de programar las diferentes fases e hitos del proyecto asegurando su cumplimiento. La existencia de un agente central en los proyectos supone una mayor garantía en cuanto a la coordinación entre el resto de implicados en el mismo, ya que centraliza la toma de decisiones y conocimiento del proyecto, pero su capacidad a la hora de prevenir errores se ve mermada por una falta de herramientas que permitan de forma sencilla la visualización y localización de estos, así como un flujo de información constante y eficaz.

APARECE EL BIM

El BIM es el resultado del primer avance significativo en cuanto a la metodología a la hora de desarrollar proyectos de edificación y obra civil, y supone la digitalización y elaboración inteligente de estos. No solo aporta herramientas técnicas para la redacción, dibujo y representación de proyectos, sino que supone un cambio en cuanto a la gestión de la información a lo largo de las diferentes fases de vida de un edificio.

El BIM es en esencia una metodología basada en la representación digital del edificio y sus procesos en la que se incorpora información detallada sobre cada uno de los elementos y actividades, y permite gestionar de forma constante y eficaz la información que aporta cada uno de los agentes a lo largo de toda la vida del edificio, desde su construcción hasta su desmantelamiento.

Ya hoy en día, nos encontramos con que el BIM está siendo empleado en varios proyectos, incluyendo grandes infraestructuras, tanto a nivel nacional como internacional. El parlamento europeo recomienda su utilización desde el 2014 mediante la Directiva 2014/24/UE y en España es obligatorio su uso en obras públicas desde este mismo 2018.

A nivel nacional además, encontramos además diferentes asociaciones como la BuildingSMART Spanish Chapter (asociación sin ánimo de lucro que pretende fomentar la eficacia del sector a través del uso de estándares abiertos sobre BIM) que, además y junto al Col·legi d'Aparelladors, Arquitects Tècnics i Enginyers d'Edificació de Barcelona y la BIM Academy organizan anualmente la European BIM Summit, un congreso internacional anual sobre BIM que se celebra en Barcelona. El Ministerio de Fomento ha creado es.BIM un grupo abierto a los diferentes agentes implicados en la implantación del BIM que tiene como objetivo promover el BIM en España y establecer la hoja de ruta para su implantación.

PARTE 1. LA CONSTRUCCIÓN: CARACTERÍSTICAS Y PROCESOS.

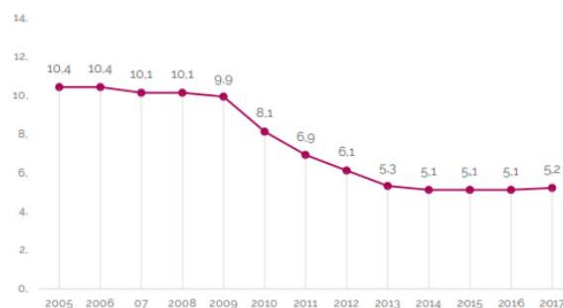
1. El sector de la construcción.

El sector de la construcción es una de las principales actividades económicas de cualquier país. Se trata de unos principales motores de la economía y avance debido a su gran influencia en todos los ámbitos de la sociedad:

- Afecta los tres sectores económicos:
 - Primario: Materiales de construcción.
 - Secundario: Maquinaria, manufactura, prefabricados, constructores, etc.
 - Terciario: Servicios de ingeniería, proyectistas, gestión, asesoramiento, etc.
- Gran fuente de empleo: La construcción supone da empleo a personas de varios sectores y disciplinas, así como mano de obra cualificada y no cualificada.
- Indispensable para la sociedad: La construcción responde a necesidades particulares y colectivas, que van desde la vivienda hasta los equipamientos como escuelas u hospitales. Por tanto no solo se trata de generar un producto, sino de cubrir las necesidades del estado de bienestar y de derechos fundamentales como el derecho a una vivienda o a un trabajo.

El año 2017 destacó por la fuerza del ladrillo en la economía española y vivió un crecimiento del 5,4% interanual (un valor propio de la burbuja inmobiliaria) siendo uno de los principales impulsos de la actividad económica. Su aportación al PIB se sitúa en el 5,2 %, lejos de los valores anteriores a la crisis (que alcanzaron el 10,4%), pero supone un crecimiento con respecto al año anterior (5,1% en 2016).¹

EVOLUCIÓN DEL PESO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PIB DE ESPAÑA 2005-2017



Fuente: INe. Porcentaje del VAB Construcción sobre el PIB

Figura 1.1 – Fuente:

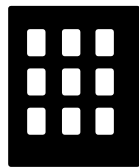
https://www.elempresario.com/noticias/economia/2018/04/10/el_sector_construccion_experimenta_repu_nte_por_primera_vez_desde_crisis_84375_1098.html

1. Fuente: https://www.elconfidencial.com/economia/2018-03-01/inversion-industrial-maximos-historicos-pib_1529140/

LA CONSTRUCCIÓN COMO PRODUCTO

El resultado de este sector es, como en cualquier otra industria, ofrecer un producto. En este caso, se trata de una construcción (edificio, infraestructura, etc.), pero que, al contrario que los productos de otras actividades, éste presenta unas características que lo diferencian de cualquier otro:

- Cada producto o construcción es singular y único. Responde a unas necesidades concretas tanto del promotor como del entorno que obligan que éste tenga un alto grado de manufacturación, personalización y singularidad.
- Elevado tiempo de elaboración y vida útil. Se trata de un producto cuyo tiempo de construcción es muy elevado, así como su vida útil, que implica de un mantenimiento y conservación complejo, continuado y concreto para cada construcción.
- Es un producto inamovible y determinado por el entorno: El diseño, los materiales, las necesidades y hasta la mano de obra están determinadas por la ubicación del mismo, la cual es inamovible.
- Las construcciones son explotadas mediante usos y actividades complejos que supone disponer de un complejo y variado equipamiento, lo que implica un mantenimiento con las mismas características.



- Producto singular
- Vida útil elevada
- Mantenimiento complejo
- Inamovible y determinado por la ubicación

Por tanto, a diferencia de otros productos, es único, complejo en todas sus fases y no se puede fabricar en serie.

2. El proceso constructivo

Tal y como ocurre con el producto de la construcción, su proceso de construcción es igualmente singular y complejo. Su aplicación es muy variable en función del tipo de obra y cliente, pero es posible exponer de forma genérica como se desarrolla el proceso constructivo e cualquier edificio. En primer lugar, conviene buscar una definición de lo que es este proceso

Según la publicación *Tecnologías y Materiales de Construcción Para el Desarrollo* (Cladera, A., Etxeberria, M., Schiess, I., Pérez, A.):

Se define Proceso Constructivo al conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura.

Tal y como ocurre con el producto de la construcción, su proceso de construcción es igualmente singular y complejo. Se puede dividir en 3 partes diferenciadas:

- 1. Definición.
- 2: Diseño.
- 3: Construcción.
- 4: Explotación.

En la **definición** del proyecto, el promotor (privado o público) manifiesta una serie de necesidades, y acude al profesional (o proyectista) para obtener asesoramiento y propuestas para cubrirlas.

El **diseño** engloba todas aquellas actividades previas a la construcción, en las que se elabora toda la documentación para llevar a cabo el proyecto.

En esta etapa, se realiza un diseño previo en el que se facilitan los primeros bocetos y características del inmueble, en donde se cumplen las necesidades expuestas por el promotor y, en algunos casos, se aportan propuestas de mejora. Esta fase previa se utiliza en algunos casos de las obras públicas para realizar la licitación del proyectista.

Tras esto, el proyectista redacta la documentación del proyecto necesaria para llevar a cabo la obra, solicitando a los diferentes profesionales que intervienen la documentación relativa a sus disciplinas, para después unirla y obtener el proyecto definitivo con el diseño detallado del inmueble.

Una vez se redacta el proyecto, se emiten los entregables. Estos corresponden a la documentación final del proyecto antes de su ejecución material, y que tiene un valor contractual. Se facilita al cliente para su aprobación, se solicita la licencia de obras ante la administración y **se licita la empresa constructora que va a realizar los trabajos.**

Cuando se dispone de licencia y empresa constructora designada, empieza la fase de **construcción** del inmueble según la oferta

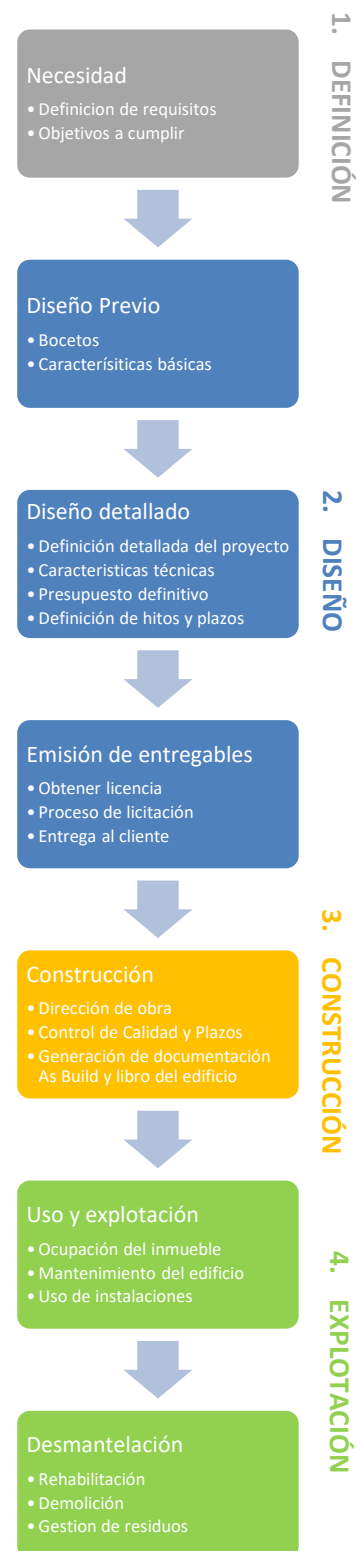


Figura 1.3. Esquema del proceso constructivo.
 Fuente: Autor TFM.

pactada entre la dirección facultativa, el promotor y el contratista. Pese a que los documentos del proyecto aprobado son definitivos, a lo largo de la fase de obra suceden imprevistos que obligan a actualizar/modificar éstos. Al finalizar la construcción, se emite la documentación final que refleja todas estas modificaciones, conocida como “As-Build” y el resto de documentación para realizar la puesta en marcha y uso del edificio (libro del edificio, fichas de mantenimiento, etc.).

La última parte de este proceso es la **explotación**, en la que el usuario del inmueble hace uso de él a lo largo de su vida útil. Esto incluye el mantenimiento tanto de las instalaciones y equipos como del propio edificio hasta su desmantelamiento o rehabilitación.

3. Agentes intervinientes en el proceso.

Durante el proceso de diseño, construcción y explotación de un edificio intervienen varios tipos de agentes a lo largo de las diferentes fases del edificio. Según la LOE (Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación:

Los Agentes de la construcción o edificación son todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones vienen determinadas por lo dispuesto en la Ley antes citada, otras disposiciones de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Los podemos clasificar en 4 grandes grupos:

1. Equipo promotor:

Es el conjunto de agentes encargados que impulsa, financia y explota el proyecto, y que se encarga de su desarrollo a lo largo de todas las fases de vida de la edificación.

2. Equipo proyectista:

Es el que recibe el encargo por parte del equipo promotor y redacta el proyecto. Está formado por profesionales habilitados para tal tarea, tales como arquitectos, arquitectos técnicos e ingenieros. Suele darse el caso que intervienen varios proyectistas en un proyecto, realizando partes concretas según especialidad de forma coordinada con el autor de éste.

Dentro de este equipo se incluye la Dirección Facultativa, formada por el director de obra y el director de ejecución de obra que intervienen durante la ejecución de la misma. El primero es el agente encargado de dirigir el desarrollo de la obra según el proyecto aprobado, mientras que el director de ejecución es aquel que dirige la ejecución material y el control de calidad de la obra.

3. Equipo constructor:

Es el agente que, mediante un contrato con el promotor, asume la ejecución total o parcial de la obra mediante medios manuales y materiales, según el proyecto. Lo compone el contratista y los subcontratistas, que realizan la obra o partes específicas de ésta.

4. Externos.

Dentro del conjunto de externos, podemos englobar a las administraciones públicas, laboratorios de ensayos, aseguradoras, comunidades de propietarios, etc. No forman parte directa o activa del proyecto pero su intervención en él es necesaria.

Como se puede observar, los 4 tipos de equipos son bastante diferenciados e incluso ajenos los unos de los otros. Para coordinar todos ellos existe la figura del **project manager** y el **construction manager**.

Según la pmmlearning (<http://www.pmmlearning.com>), el **project manager** se define como:

El Project Management es una disciplina que abarca la organización, el planeamiento, la motivación y el control de los recursos con la finalidad de alcanzar los objetivos propuestos para lograr el éxito en uno o varios proyectos dentro de las limitaciones establecidas. Estas limitaciones suelen ser el alcance, el tiempo, la calidad y el presupuesto.

Por tanto, es el agente encargado de la coordinación de los diferentes equipos así como la determinación y posterior supervisión del cumplimiento de los plazos e hitos marcados. Suele estar designado por el promotor, actuando como único interlocutor entre éste y el resto de agentes.

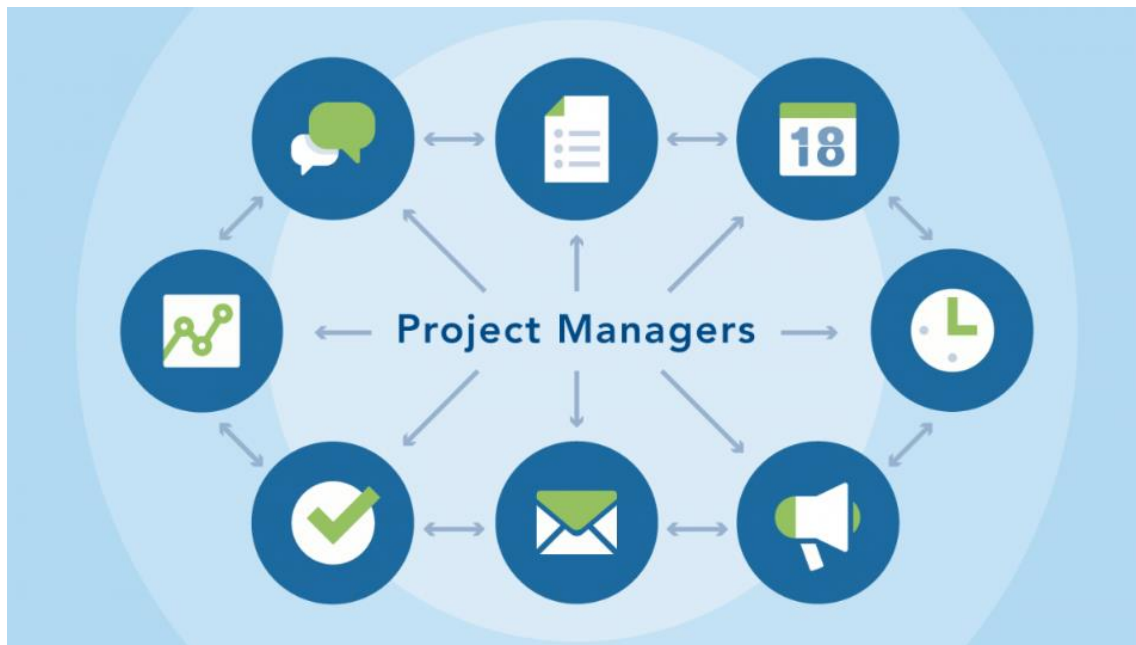


Figura 1.4. La situación del project manager – Fuente: <https://codeburst.io/how-to-be-an-effective-project->

Según la web <https://treball.barcelonactiva.cat> del Ajuntament de Barcelona, el **construction manager** se define como:

El/la construction manager es el/la profesional responsable de gestionar la contratación necesaria (materiales, empresas industriales, profesionales, etc.) para la ejecución material de la obra y de coordinar todos estos contratos, garantizando el cumplimiento de los objetivos establecidos de planificación, costes y calidad de la operación.

Este es el encargado de la gestión específica en la fase de construcción, siendo el interlocutor único entre el contratista y la dirección facultativa el project manager.

En muchos casos, el papel de éstas dos figuras las interpreta el mismo agente, aunque en los casos en los que no, el project manager suele desempeñar la función de supervisar al construction manager.

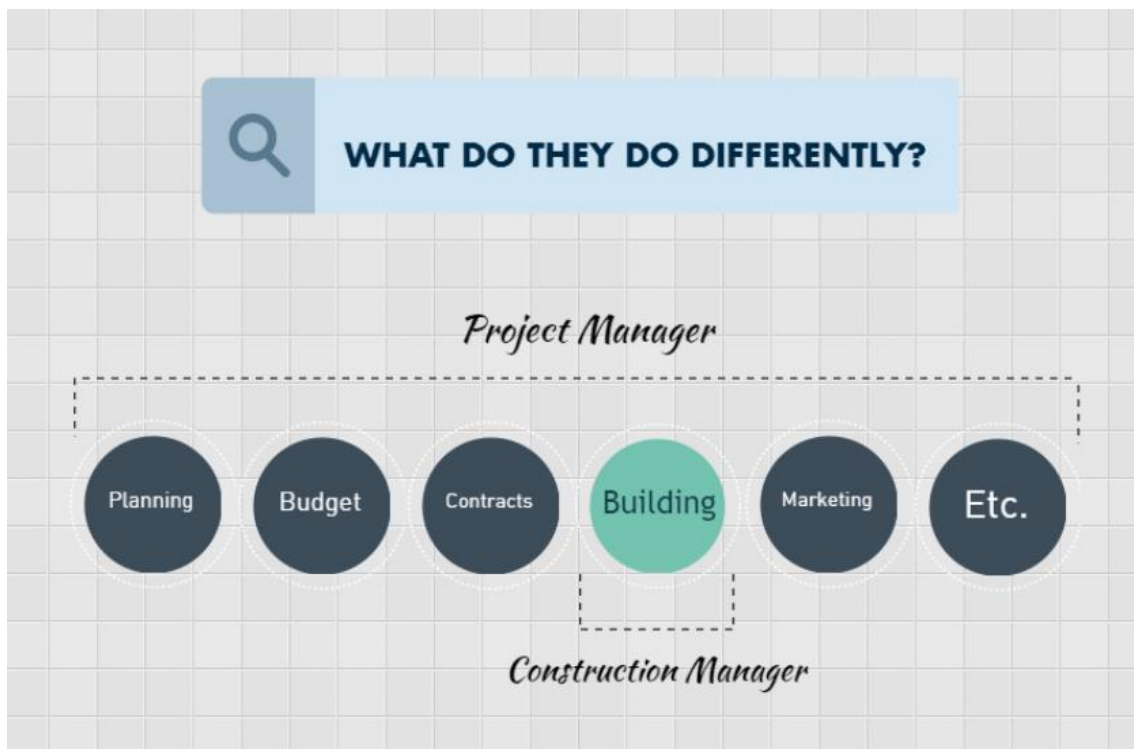


Figura 1.5. Diferencia entre el project manager y el construction manager– Fuente: <https://appfluence.com/construction/project-manager-vs-construction-manager/>

4. Las desventajas del proceso constructivo tradicional

Conociendo cómo funciona el proceso constructivo de un edificio, es importante exponer cuáles son las debilidades del el proceso constructivo tal y como se ha expuesto anteriormente.

El sector de la construcción, pese a ser uno de los motores económicos más relevantes en nuestro país, se encuentra estancado y no cuenta con las innovaciones tecnológicas presentes en otros sectores. A nivel empresarial, existe una tendencia elevada a la subcontratación motivada por la localización geográfica del inmueble y la gran variedad de disciplinas que intervienen.

El proceso constructivo presenta una clara **falta de digitalización del proceso constructivo**, lo que provoca que la información que se comparte entre los diferentes agentes intervinientes en el proceso a lo largo de las diferentes fases no se transmita de forma eficaz ni con garantías.

Además, lo habitual en España es que una vez el proyectista recibe el encargo del promotor, tras el acuerdo o bien tras un concurso público, solicita a los diferentes especialistas (ingenierías, estructuristas, etc.) el desarrollo de la parte específica, para después unir las todas y formar así el proyecto completo. Esto supone la aparición de incoherencias entre disciplinas y una gran dificultad a la hora de comunicar posibles modificaciones en la documentación a las diferentes partes.

La documentación facilitada se genera mediante herramientas 2D que limitan la visualización completa de los elementos que componen la edificación y están basadas en ser soportadas en papel.

Una vez el proyecto se ha finalizado, en la mayoría de casos (tanto obras públicas como privadas) el promotor solicita ofertas a varias constructoras para obtener el mejor precio es éstas y, por tanto, adjudicar la obra en base a un criterio económico por delante de la calidad. Además, éste interviene una vez se ha desarrollado toda la documentación, empleada tanto para establecer el contrato con el promotor como para la obtención de permisos. Por lo que cualquier modificación o solución constructiva diferente a la del proyecto que el constructor o alguna de las subcontratas requiera aplicar supone un incremento de plazos y costes no previsto.

Una vez se entrega el edificio, la información facilitada al usuario es limitada y en ocasiones se encuentra desactualizada. El libro del edificio no supone una fuente de información fiable del contenido ni mantenimiento del edificio y no cuenta con un registro de los elementos específicos que lo componen.

Por tanto, se observa una **sistemática disgregación de información** entre varios agentes **sin un sistema de gestión eficaz** para la actualización de información entre ellos y la detección de incoherencias.

Concretizando en el caso de las obras públicas, todo anteriormente expuesto se suma a una falta de capacidad para la supervisión del proyecto, de los elementos que lo componen, de los sobrecostos y de la calidad del mismo. Los elevados casos de corrupción y deficiencias en los inmuebles para la administración son una clara muestra de la necesidad de encontrar un sistema de gestión de proyectos que permita llevar a cabo un seguimiento y supervisión escrupuloso en la gestión de estos edificios, desde su concepción en el proyecto, su licitación, su construcción y su uso.

5. Conclusiones del proceso constructivo tradicional

De todo lo anteriormente expuesto podemos extraer las siguientes conclusiones:

- El **proceso constructivo de un edificio** en sí es la principal debilidad. Al contrario que otros procesos en otros sectores, en los que encontramos un elevado grado de digitalización, en la construcción no encontramos esta cualidad. La digitalización permite compartir en tiempo real datos y mantener un constante flujo de información entre los diversos agentes.
- En **edificio como “producto”** es sumamente complejo de ejecutar y depende de muchos factores que lo hacen diferenciar del resto. Depende en gran medida de su localización y está compuesto de elementos multidisciplinares que obligan a la intervención de agentes de muchas disciplinas diferentes.
- La **documentación** con la que se trabaja no garantiza que esté exenta de errores e incongruencias, y al generarse a partir de tantos agentes requiere de una coordinación de la misma que su formato no permite de forma ágil. Cualquier cambio o modificación es difícil de transmitir al resto de involucrados.
- Las **obras se licitan en base a un criterio exclusivamente económico**, sin apenas tener en cuenta otros factores como la calidad o la gestión óptima del proyecto.
- La **empresa constructora no interviene hasta que se ha emitido toda la documentación de obra**, por lo que cualquier cambio o solución diferente a la proyectada requiere un esfuerzo mayor y más difícil que si ésta hubiera participado en durante la redacción del proyecto.

PARTE 2. EL BIM

1. Introducción: ¿Qué es el BIM?

BIM, o Building Information Modeling, se traduce directamente como Modelado de Información para la Construcción. Consiste en la generación de un modelo del inmueble que permita el diseño, construcción y explotación del mismo. No existe una definición estándar de lo que es el BIM, por lo que a continuación se exponen algunas de las más representativas en nuestro país:

Según la asociación BuildingSMART Spanish Chapter:

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.

Según Infraestructures.cat de la Generalitat de Catalunya:

La metodologia BIM consisteix en l'elaboració d'un model virtual en tres dimensions de l'obra, en el qual s'integra tota la informació gràfica, econòmica i temporal d'aquesta. Tots els agents treballen en el mateix model, de manera que l'actualització és automàtica i el model està en constant evolució i emmagatzema tota la informació que permetrà operar durant les diferents fases del cicle de vida de l'equipament.

Según a web www.esbim.es:

BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de edificación u obra civil a través de una maqueta digital. Esta maqueta digital conforma una gran base de datos que permite gestionar los elementos que forman parte de la infraestructura durante todo el ciclo de vida de la misma.

Según el Informe de Normalización emitido por AENOR:

El Building Information Modeling (BIM), en español "Modelado de información de construcción", comprende metodologías, procesos, software y formatos digitales para la gestión de proyectos y obras de construcción. Se focaliza en la edificación, pero también se aplica a la obra civil.

Podría definirse como una representación digital de las características físicas y funcionales de un edificio, permitiendo intercambiar información que permita tomar decisiones a lo largo de su ciclo de vida (proyecto, construcción, uso y deconstrucción). Puede usarse para almacenar datos, realizar cálculos o gestionar el edificio.

Lo primero que podemos deducir de estas definiciones es que el BIM no es un programa de ordenador ni es representar el edificio en 3D: Es una **metodología de trabajo**. Surge con la intención de corregir los inconvenientes que presentan las herramientas actuales (basadas en CAD) y mejorar el proceso constructivo.

El BIM ya se está implantado a nivel mundial y se ha aplicado con éxito en varios proyectos de gran envergadura, sin olvidar de que se trata de una metodología reciente y en constante evolución.

La metodología BIM se basa en el modelado virtual del edificio en el que se incorpora toda la información (tanto gráfica como numérica y datos) posible del mismo, generando un **modelo del edificio** con todos sus parámetros en información en él mediante la utilización de diversos programas y aplicaciones informáticas. Este modelo permite **gestionar toda la vida del edificio**, desde la concepción y el diseño hasta el uso, mantenimiento y desmantelamiento, mediante el uso de herramientas que permiten analizar el modelo para prevenir errores, corregirlos y gestionar la explotación del proyecto.

Además, esta gestión se puede realizar de manera **colaborativa** y con un flujo de información constante y eficaz. Por tanto, uno de los objetivos del BIM es satisfacer las necesidades de todos los agentes intervinientes en la vida del edificio:

- Promotores.
- Projectistas.
- Constructores.
- Fabricantes.
- Interioristas.
- Usuarios.

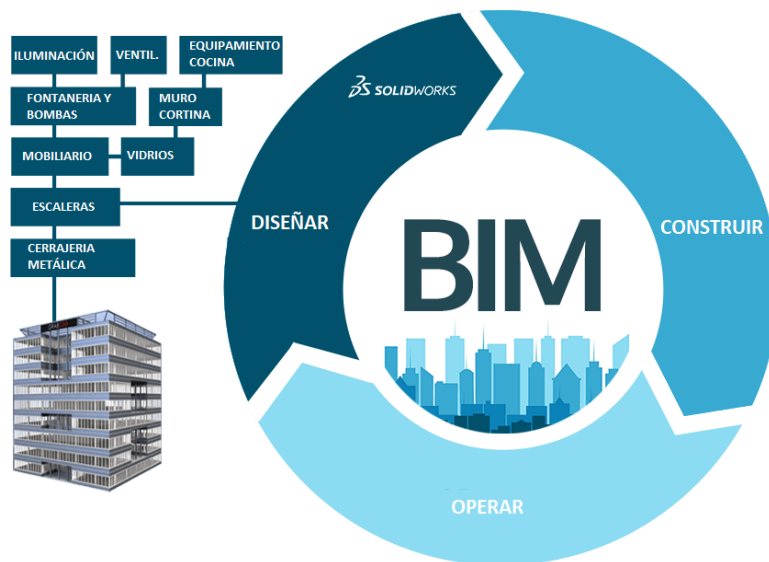


Figura 2.1. Representación del BIM en el ciclo de vida de un edificio: Diseño – Fuente: <http://todo-3d.com/la-necesidad-de-la-metodologia-bim/> traducción realizada por el autor TFM.

Mediante el uso de **varias herramientas informáticas**, se va generando un modelo 3D del mismo modo que se construye el edificio, por lo que *se construye dos veces*. Este modelo sin embargo, está lejos de ser una mera representación vacía del edificio, sino que cada uno de los

elementos que lo componen está dotado de información sobre el mismo como sus propiedades, función, características, materiales, etc. Son **objetos paramétricos**.

Por ello, el modelo se convierte en la base de datos y fuente única de la que se obtienen toda la información a incorporar en el proyecto, desde las características térmicas, hasta las mediciones y presupuestos. Al generarse en un entorno digital, esto permite que toda la información sea compartida y actualizada en tiempo real, y se pueden analizar los datos para detectar incidencias y fallos, y una vez terminado el edificio, se puede utilizar el modelo para realizar un mantenimiento inteligente del mismo.

El BIM supone la llegada de la era digital a la construcción y una nueva forma de concebir los proyectos de edificación y no sólo para su diseño, sino también para su construcción y su operación.

2. Características del BIM

En primer lugar, vamos explicar los tres pilares que componen las siglas BIM:

MODELADO (MODELING):

Es el representar de forma virtual en un **único** modelo del edificio, en el que a cada elemento se le asocian sus propiedades y funcionalidades. No es un simple modelo virtual, sino un **modelo operativo**, del cual es posible extraer información como mediciones, materiales, costes, etc.

Al tratarse de un modelo **centralizado**, todos los cambios que se realizan sobre éste repercuten en la información visual y paramétrica, por lo que el modelo se actualiza y recalcula automáticamente.

INFORMACIÓN (INFORMATION):

Los elementos que componen el modelo virtual contienen información, propiedades y características. Esto permite que el modelo, además de ser visual sea paramétrico y podemos utilizar esta información para realizar cálculos y detección y corrección de errores. Toda esta información se encuentra recogida en un único modelo, lo que permite compartir y contrastar toda ella de una forma mucho más eficaz. Se solventa la constante pérdida de información que ocurre cuando cada parte involucrada en un proyecto utilizaba sus propias herramientas y que constantemente cambiaba de manos.

Tener la información centralizada en un único modelo permite:

- Evitar inconsistencias entre versiones. Cada cambio repercute en la información de todo el modelo.
- No se pierde información al traspasar los datos entre los diferentes agentes.
- Las mediciones se actualizan constantemente.
- El modelo se puede compartir y, por tanto ser accesible en todo momento para los diferentes agentes del proyecto.

- Los planos se generan a través del modelo, por lo que siempre se encuentran actualizados con las últimas modificaciones realizadas.

CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN:

La metodología BIM abarca tanto la fase de diseño como la de construcción y explotación. Durante la construcción del inmueble, el modelo se va completando y actualizando, para que una vez finalizado el edificio, se disponga de una base de datos real que permita una mejor gestión y mantenimiento del mismo durante su explotación.

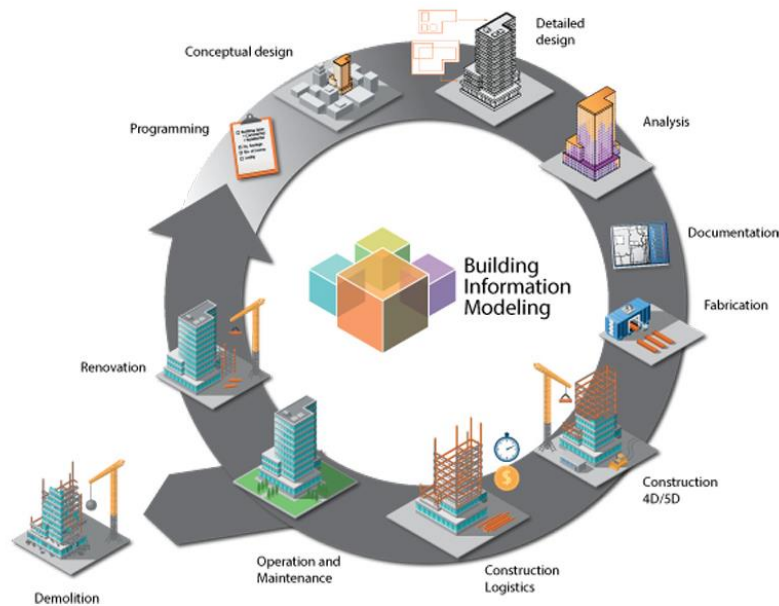


Figura 2.2. Representación del BIM en el ciclo de vida de un edificio: Todas las fases – Fuente:
<http://casasolo.es/bim-en-despachos-de-arquitectura/>

Una vez se ha construido el edificio, se facilita a los explotadores de éste el modelo final que usaran para llevar a cabo el mantenimiento. El hecho de disponer de un modelo 3D del edificio parametrizado permite disponer de toda la información sobre los componentes, elementos e instalaciones existentes en el edificio de forma ágil y con gran cantidad de datos como marca y modelo del elemento, precio, proveedor, mantenimiento, etc. Además, permite conocer de forma precisa la ubicación de las instalaciones y elementos estructurales y de cerramiento del edificio.

Por tanto, se puede deducir que el BIM es una metodología que permite, mediante un único modelo virtual, incorporar toda la información necesaria para realizar el proyecto en todas sus fases de vida con mayores garantías, mediciones más exactas y previniendo errores e incongruencias.

3. El BIM en el proceso constructivo. Metodología.

El BIM, al ser una metodología, tiene especial repercusión en el proceso constructivo, donde supone una evolución sin precedentes en éste. Representa una mayor eficiencia en todo el ciclo de vida del edificio y en las relaciones entre las partes involucradas evitando la pérdida de datos.

Una de las gráficas que mejor representan las cualidades del BIM es la curva MacLeamy, que representa la relación entre la capacidad de realizar actuaciones con el coste de los cambios que ello supone a lo largo del proceso constructivo de un edificio:

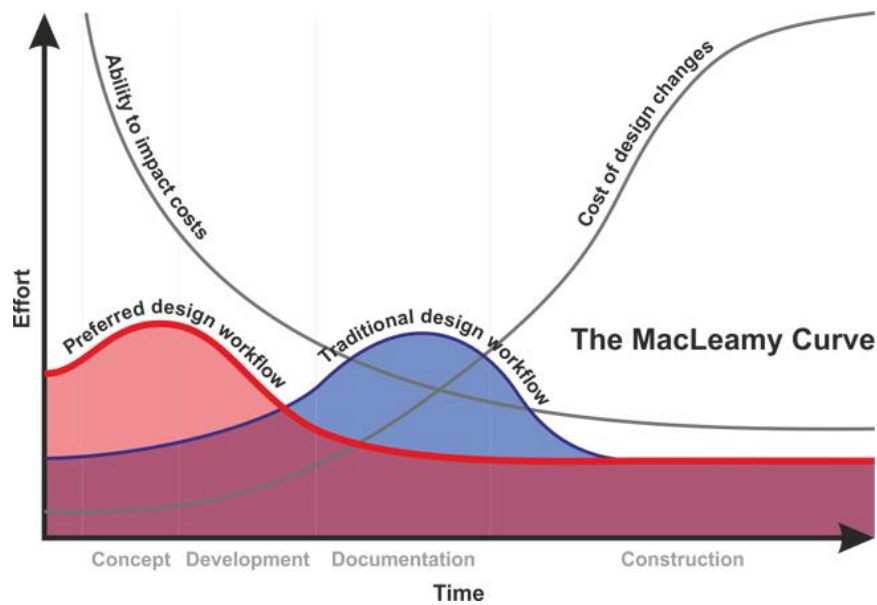


Figura 2.3. Curva MacLeamy. – Fuente: <https://aecmag.com/technology-mainmenu-35/564-executive-guide-to-BIM-part-2>

Como se puede observar en la gráfica, a medida que el proyecto avanza en el tiempo, la capacidad para aplicar cambios (Ability to impact costs) se va reduciendo del mismo modo que el coste que implican estos va aumentando (Cost of design changes). En la metodología tradicional, los cambios y modificaciones suceden con mayor frecuencia cuando se está emitiendo la documentación y en la fase inicial de la construcción.

En la metodología BIM, la detección temprana de los errores y la capacidad de compartir la información actualizada del proyecto de forma eficaz permiten que todas las incongruencias y cambios en el diseño se detecten y apliquen en la fase de diseño, en donde la capacidad de aplicarlos es más alta y el coste que supone es menor.

NIVELES DE DESARROLLO

Ya hemos comentado que la metodología BIM se basa en la introducción y obtención de información del edificio en un único modelo 3D, pero debemos explicar también como se obtiene esa información en las diferentes etapas del proyecto.

Para el desarrollo del modelo hay que definir en primer lugar **el nivel de desarrollo (LOD en sus siglas en inglés)** que se requiere en cada fase. Este nivel define la cantidad de información que contiene el modelo y el nivel de detalle del mismo.

Este término fue descrito por la AIA (American Institute of Architects) con el fin de definir el grado desarrollo de un proyecto basado en un modelado. En su última actualización, la AIA a través del Documento *E202-2013 Building Information Modeling Protocol* estableció los siguientes niveles de LOD: 100 - 200 - 300 - 350 - 400 - 500

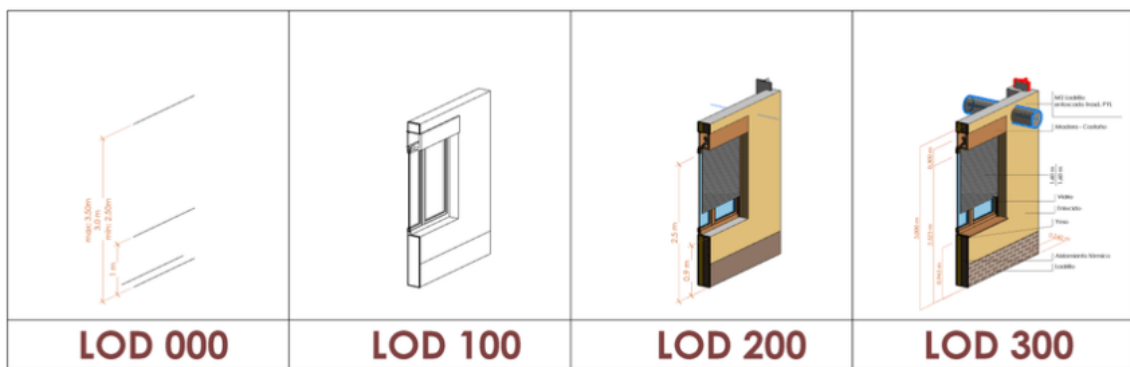


Figura 2.4. Niveles de Desarrollo LOD 000-300. – Fuente: *Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España.* Javier Alonso Madrid. Link: https://escuelaedificacion.org/images/zoo/uploads/PDF/PRESENCIALES/MBIM/Revista_Building_Smart_JAM_Art.pdf

LOD 100

Es el nivel más básico, comprendiendo el **diseño básico** de elementos genéricos que permiten obtener una vista general. La representación de los elementos suele ser genérica.

Con este nivel es posible realizar un análisis del proyecto en base a las dimensiones geométricas básicas, ubicación y orientación. También es posible obtener una previsión de costes en base a estos datos.

LOD 200

Es el segundo nivel, que sobre el LOD 100 aporta una geometría aproximada así como información básica sobre acabado. Los elementos se modelan de forma generalizada en forma de conjuntos, permitiendo mediciones más precisas y establecer fases de obra de forma más fiable, además de poder contener algunos datos no gráficos.

LOD 300

El tercer nivel, en el que los elementos que componen el modelo cuentan con información precisa sobre su tamaño, forma, cantidades y ubicación. A partir de este nivel, el modelo ya

cuenta con la información necesaria para generar los documentos que compondrán el proyecto, incluso las mediciones y el presupuesto.

LOD 350

Nivel intermedio entre en LOD 300 y 400. Sobre el 300 incorpora datos específicos del elemento (cálculo estructural, caudal, etc.) y detección de interferencias entre distintos elementos. Su utilidad es más común en proyectos en los que intervienen varios agentes, que requieren disponer de estos datos para aportar al modelo los correspondientes a su disciplina.

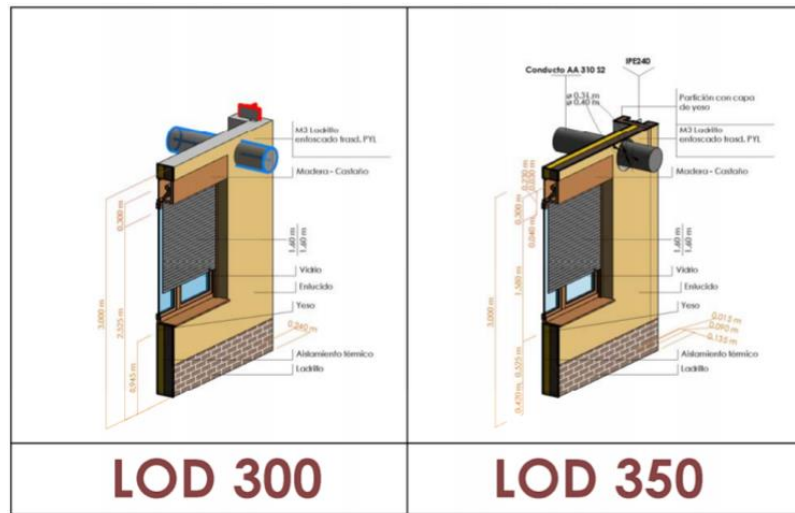


Figura 2.5. Niveles de Desarrollo LOD 300-350. – Fuente: *Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España.* Javier Alonso Madrid. Link: https://escuelaedificacion.org/images/zoo/uploads/PDF/PRESENCIALES/MBIM/Revista_Building_Smart_JAM_Art.pdf

LOD 400

En este nivel, el modelo cuenta con los datos aportados por los diferentes agentes y proveedores que permiten la construcción del edificio. Cada elemento dispone de todos los datos específicos (modelo, fabricante, orden de montaje, etc.) por lo que se puede obtener la documentación definitiva de proyecto para su construcción.

LOD 500

Último nivel establecido por la AIA, corresponde al “as-build” o el edificio ya construido con todas sus variaciones y modificaciones que haya podido sufrir a lo largo de la obra. Los elementos cuentan con la información necesaria para llevar a cabo la explotación y el mantenimiento. Datos como el proveedor, garantías, periodos de revisión y mantenimiento son alguno de los datos que se incorporan en este nivel de desarrollo.

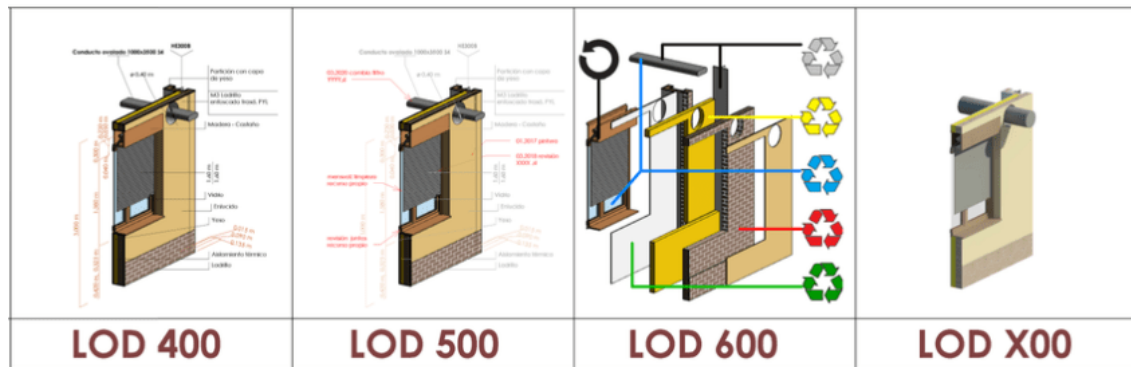


Figura 2.6. Niveles de Desarrollo LOD 400-600. – Fuente: *Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España.* Javier Alonso Madrid. Link: https://escuelaedificacion.org/images/zoo/uploads/PDF/PRESENCIALES/MBIM/Revista_Building_Smart_JAM_Art.pdf

LOD 600

Este nivel de desarrollo es relativo a los datos de reciclado de los elementos que componen el edificio. Incluye datos como proceso de desmontaje, derribo y reciclaje, estimación de costes, vida útil, etc.

Este nivel de LOD no aparece en el Documento *E202-2013* de la AIA, pero su importancia es reseñable debido a la imposición de las normativas europeas con respecto a edificios eficientes (norma Horizonte 2020)¹.

LOD X00

Este nivel de desarrollo es el que se da cuando la información es de tipo realidad virtual. Se puede obtener mediante escaneo 3D de un edificio existente o bien incorporar datos al modelo como visibilidad según distancia o condiciones climatológicas, y en función del emplazamiento real.

4. Software BIM.

No tenemos que perder de vista que el BIM es una metodología y, por tanto no podemos llamar BIM a un software o aplicación en concreto. Desde el programa de modelado que actúa como base de datos, hasta las hojas de cálculo con las que se traban las tablas generadas podrían considerarse programas BIM, al intervenir conjuntamente en el proceso de generación y gestión de un proyecto BIM.

1. Fuente: Javier Alonso Madrid. Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España.

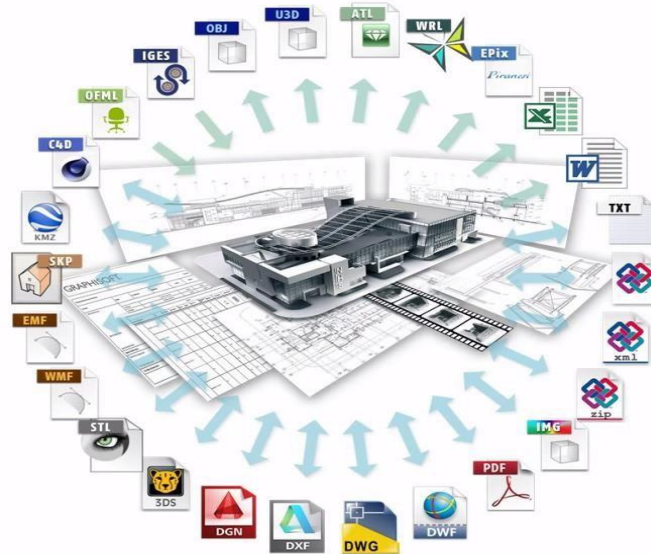


Figura 2.7. El software en el entorno BIM. Fuente: https://www.linkedin.com/pulse/general-list-bim-software-applications-tamer-elgohari?trkInfo=VSRPsearchId%3A1771480861470665270379%2CVSRPtargetId%3A6166856713573101568%2CVSRPcmpt%3Aprimary&trk=vsrp_influencer_content_res_name.

En BIM encontramos multitud de programas, pug-in, aplicaciones y extensiones que permiten realizar multitud de funciones añadidas que en un proyecto convencional no son posibles:

- Modelado 3D del edificio.
- Gestión y obtención de tablas cuantitativas.
- Análisis de eficiencia energética.
- Análisis estructural.
- Gestión de incidencias y colisiones.
- Gestión del entorno colaborativo.
- Calculo de instalaciones.
- Programación y gestión del mantenimiento.
- Simulaciones virtuales 3D.
- Etc.

A continuación pasamos a nombrar y describir los dos principales softwares utilizados para el modelado actualmente:

- Autodesk REVIT

Según la web de Autodesk (<https://www.autodesk.es/products/revit/overview>):

Creado para el modelado de información de construcción (BIM). Los programas BIM de Revit® incluyen funciones para diseño arquitectónico, ingeniería MEP, ingeniería estructural y construcción. Revit admite un proceso de diseño colaborativo multidisciplinar.



Figura 2.8. Logo REVIT 18. Fuente: Autodesk

Permite realizar un modelado 3D paramétrico en un único archivo asignando a cada elemento información tanto geométrica como datos y propiedades, permitiendo modelar de forma efectiva elementos arquitectónicos, estructurales e instalaciones en el mismo software. Además incluye aplicativos y plug-ins que se pueden instalar en el programa que permiten realizar análisis de eficiencia energética, gestión de colisiones, y otras funciones. Este software está pensado para utilizarse en un entorno colaborativo online.

Revit es uno de los softwares de modelado 3D BIM más completos utilizados en el sector y, por tanto, el más usado dentro de la industria.

- GRAPHISOFT ArchiCAD

Programa similar a Revit, que permite modelado BIM de elementos parametrizados en un único archivo. Permite también el diseño de instalaciones a través de plug-ins aunque se trata de un programa más enfocado hacia la arquitectura.



Figura 2.9. Logo ARCHICAD. Fuente: Graphisoft

También existen otras aplicaciones que complementan la metodología BIM:

- Autodesk NAVISWORKS Manage

Navisworks es un software que permite gestionar modelos 3D en multitud de formatos para estudiar su viabilidad constructiva, lo que se traduce en un **software de detección de colisiones** (en la versión Manage). Con este programa, se pueden detectar posibles colisiones entre elementos no visualizadas o detectadas e incorpora la posibilidad de crear informes escritos y dibujados que permiten comunicar de una forma sencilla y visual la incidencia e incluso una propuesta de resolución.

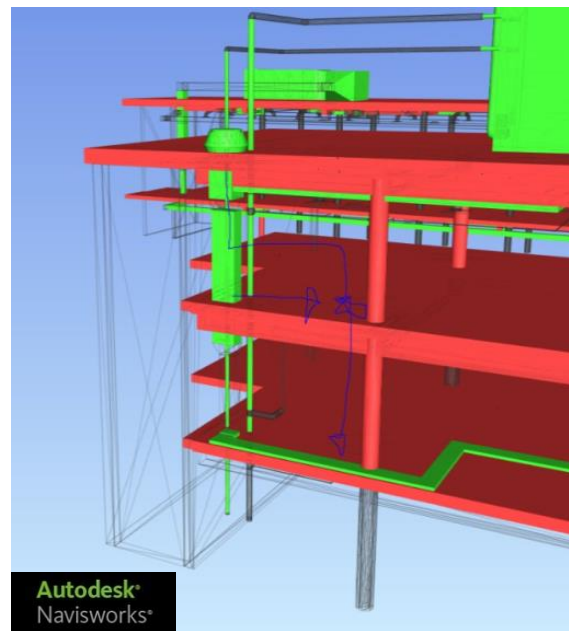


Figura 2.10. Ejemplo colisión y propuesta en NAVISWORKS y logo. Fuente: Autor TFM y Autodesk

- **SOLIBRI**

Solibri es otro software que permite gestionar modelos 3D en multitud de formatos y detectar colisiones y errores. Además, tiene una aplicación para realizar visualizaciones y presentaciones en 3D del modelo de forma sencilla, de gran utilidad para presentar el producto al cliente y visualizar el proceso constructivo de forma simulada y virtual.



Figura 2.11. Logo Solibri.

Fuente: Solibri

Esto son solo algunos de los ejemplo de programas utilizados en el entorno BIM, sobretodo en nuestro país.

5. El BIM en obras públicas de la Generalitat de Catalunya.

La llegada del BIM al mundo de la construcción alrededor del mundo ha demostrado que esta metodología aporta mejores resultados en todo el ciclo de vida de un edificio, como se ha expuesto anteriormente. Su demostrada eficiencia y eficacia durante el diseño, ejecución y explotación de un inmueble han empezado a llamar la atención de los diferentes organismos públicos nacionales e internacionales.

Uno de los primeros en apostar por el BIM en España ha sido *Infraestructures de la Generalitat de Catalunya*, en adelante *Infraestructures.cat*. Mediante ha decidido implementar la metodología BIM en sus obras para mejorar los procesos de diseño, construcción y explotación de sus equipamientos y ofrecer al cliente final unas instalaciones de mayor calidad.

Para implementar el BIM, *Infraestructures.cat* ha creado la “Guia BIM per a la gestió de projectes i obres”, en castellano “Guía BIM para la gestión de proyectos y obras” y en adelante La Guía. Este documento tiene como propósito facilita unas directrices que sean comunes en los proyectos que desarrolle este organismo mediante BIM para los diferentes agentes intervinientes, así como garantizar la fiabilidad de la información utilizada en la gestión de los contratos.

La guía ha sido desarrollada por diferentes profesionales y compañías que trabajan en la aplicación del BIM en las diferentes pruebas piloto de la Generalitat de Catalunya. Basándose en las “mejores prácticas” actuales y vigentes del sector y destacando que debido a la evolución constante de la tecnología y la fase “embrionaria” en la que se encuentra este sistema, será objeto de revisiones y actualizaciones periódicas.

El contenido de esta guía es extrapolable a cualquier administración puesto que establece unas directrices generales sobre cómo se deben desarrollar los proyectos BIM. Podemos determinar que éstos se componen de los siguientes apartados:

- El equipo de dirección BIM.
- El proceso BIM.

- Roles y responsabilidades de los agentes.
- Definición del entorno BIM.
- Plan de ejecución BIM.
- Modelos y usos BIM.
- Estándares de modelaje.
- Especificaciones del modelo de contrato.
- Presentación y entregables.

A continuación, se procederá a describir cada uno de estos apartados con el objeto de exponer cómo se deben desarrollar los proyectos BIM en los contratos públicos, utilizando como fuente bibliográfica la Guía BIM para la gestión de proyectos y obras de Infraestructures.cat:

5.1 EL EQUIPO DE DIRECCIÓN BIM

Para que una administración sea capaz de adoptar una metodología o tecnología nueva tan compleja como es el BIM, es necesario que la transición sea gradual, lógica, con unos objetivos realistas e involucre todos los agentes, tanto propios como ajenos a la administración, proveedores y colaboradores.

Para ello, Infraestructures.cat ha constituido lo que llama un “Grup d’Integració de Noves Technologies (GINT)” o Grupo de Integración de Nuevas Tecnologías. Se trata del equipo de profesionales encargados de la transición a hacia las nuevas tecnologías, como la metodología BIM, y su correcta implementación tanto en la propia administración como con los diferentes proveedores. Sus principales actividades quedan definidas en la siguiente lista:

- Mantener la guía BIM e impulsar su uso en los contratos.
- Establecer los objetivos BIM anuales fijando los criterios para su seguimiento y evaluación.
- Revisar la clasificación de los proyectos y propiedades correspondientes.
- Actualizar los criterios depara establecer el nivel de definición BIM de los modelos de acuerdo con los usos BIM vigentes.
- Coordinar los cambios de tecnologías y programas, estableciendo como prioridad el uso de formatos abiertos.
- Fijar los protocolos de los sistemas de gestión de la información y comunicación aplicables en los contratos.
- Dar soporte a los responsables BIM de los contratos.

- Facilitar las normas de buenas prácticas y los modelos del Plan de Ejecución BIM de referencia, así como validar las propuestas de mejora de los diferentes proveedores.
- Establecer las pautas de auditoria de los modelos en las diferentes fases para garantizar la calidad y conformidad de éstos con las normas BIM.
- Coordinar la integración de los sistemas BIM, GMAOL y GIS.
- Revisar las tecnologías emergentes y las normas para su incorporación en el plan de Implementación BIM de Infraestructures.cat.
- Elaborar el Plan de Formación BIM anual de Infraestructures.cat.

Como se puede observar, Infraestructures.cat ha constituido no solo un equipo que defina y supervise la implementación del BIM en los contratos, sino que además este es el encargado de asegurar de que ésta se actualice a medida que esta metodología madura y evoluciona con el paso del tiempo y la llegada de nuevas tecnologías, labores indispensables para que la implementación se consolide y se convierta en un estándar en todos los contratos.

5.2 EL PROCESO BIM

La definición de proceso BIM describe cómo se debe implementar BIM en las diferentes fases del equipamiento (proyecto, ejecución y explotación). El primer elemento que se debe constituir en todo proyecto que utilice esta tecnología es el equipo BIM del contrato. Este equipo debe contar con representantes de todas las partes interesadas del ciclo de vida del equipamiento o que tengan alguna responsabilidad en él, y cuyo propósito será definir los requisitos de información necesaria para conseguir los objetivos fijados en el proceso constructivo del equipamiento y velar por su cumplimiento, tanto en el contenido como en el formato. Este equipo además será el encargado de desarrollar e implementar el proceso colaborativo entre todos los agentes implicados y garantizar la transferencia de información entre ellos en cada una de las fases, consiguiendo así una mayor eficiencia en toda la vida del equipamiento. Para ello, el “proceso BIM” debe contemplar las siguientes actividades:

- Definición clara y concreta de los objetivos BIM que se deben conseguir mediante la utilización de este método en el contrato, y se deberán incluir en la documentación e licitación.
- Designación por parte de los principales agentes adjudicatarios (proyectista, contratista y operador) de un Responsable BIM. Este agente será el encargado de redactar el correspondiente Plan de Ejecución BIM correspondiente a cada fase, donde quedan reflejadas las normas BIM a seguir para conseguir los objetivos del contrato.
- Generación de los correspondientes Modelos de Disciplina por parte de los diferentes agentes participantes en cada una de las fases (modelos de estructura, modelos de instalaciones, modelos de arquitectura, etc.). Estos modelos deberán ser revisados por los coordinadores de BIM de disciplina antes de compartirla con el resto de agentes, de modo que se pueda garantizar la calidad de los modelos.

- Integración y coordinación de los diferentes modelos de disciplina por parte del Responsable BIM del contrato, para la coordinación de los mismos, detección de colisiones e incidencias y resolución de las mismas. Para ello, el responsable deberá elaborar informes de colisiones e incidencias para cada una de las fases, así como un informe final también por fases con las decisiones tomadas. Los diferentes modelos se deberán emitir en formato IFC, actual estándar abierto para los modelos BIM.
- Con la coordinación de los diferentes modelos y la subsanación de las incidencias, una vez se obtiene la aprobación de los responsables del contrato, el equipo BIM ya dispondrá de los Modelos BIM de contrato de cada fase (Proyecto, Construcción , Obra Ejecutada y Operación y Mantenimiento) y se puede realizar la elaboración de los entregables.

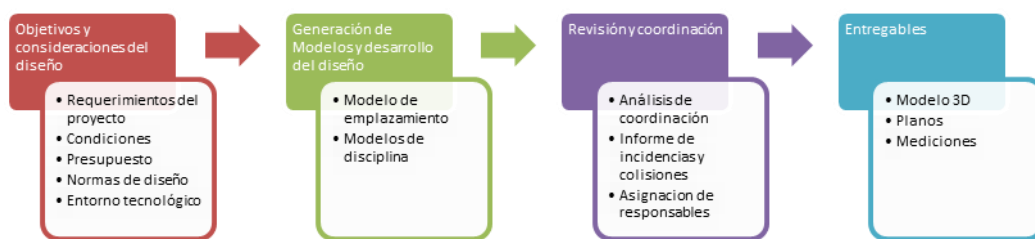


Figura 2.12. El proceso BIM de *Infraestructures.cat*. Fuente: Autor TFM.

Y es en este punto donde se encuentra la primera gran diferencia con respecto al proceso de contratos de obras públicas tradicional, y en la guía de *Infraestructures.cat* podemos leer lo siguiente:

“El equipo inicial ha de incluir como mínimo los agentes implicados en todas las fases del proceso constructivo, es decir el gestor del contrato y el responsable de su posterior operación y mantenimiento. El resto de agentes específicos que han de participar en las diferentes fases se incorporarán cuanto antes mejor, siempre y cuando las condiciones contractuales lo permitan”.

Este párrafo manifiesta la necesidad de que todos los agentes intervengan cuanto antes en el proceso constructivo del modelo, incluyendo al contratista. En los proyectos tradicionales, éste interviene una vez el proyecto está redactado y definido, sin embargo los proyectos BIM se desarrollan de forma diferente. Siendo una de las mayores ventajas del BIM el resolver las colisiones e incidencias en fase de proyecto (“construir dos veces”) y teniendo en cuenta que el proyecto evoluciona con el tiempo aumentado su nivel de desarrollo (LOD), es preciso que el contratista y demás proveedores del proyecto participen en el desarrollo del mismo asegurando la máxima eficacia y eficiencia.

Por tanto, en las licitaciones, es necesario definir en el pliego de condiciones con qué nivel de desarrollo se va a facilitar el proyecto a las constructoras para su licitación

Debido a la el estado actual de la implementación, la guía de Infraestructures.cat no define de forma explícita como se debe gestionar este punto, quedando patente en la frase “El resto de agentes específicos que han de participar en las diferentes fases se incorporarán cuanto antes mejor, siempre y cuando las condiciones contractuales lo permitan”.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO BIM

A continuación se procede a describir de forma ordenada los pasos en los que se debe desarrollar un proyecto BIM. Estos además, son comunes en las tres fases principales de la construcción del equipamiento (proyecto, ejecución y explotación):

- 1- Definición de los objetivos BIM: Es necesario en un proyecto BIM (y sobretodo en la fase “piloto” en la que se encuentra esta tecnología en la actualidad) que se definan los objetivos a cumplir mediante el uso de esta tecnología, sin perder de vista que el objetivo final es obtener un equipamiento que cumpla con los requerimientos del contrato.
- 2- Designación de Responsables BIM de los adjudicatarios: Cada uno de los agentes adjudicatarios que intervienen en la obra (Proyectista, Contratista y Operador) deben designar un Responsable BIM que será el encargado de redactar el Plan de Ejecución BIM, en el cual y según las normas establecidas en base a esta metodología, quedará definida la hoja de ruta para la aplicación del BIM en su rol.
- 3- Creación de Modelos de Disciplina: Cada uno de los agentes intervinientes en la fase de proyecto deberán crear un modelo específico para su disciplina u oficio (p.e: Modelo de Arquitectura, Modelo de Estructura y Modelo de Instalaciones) revisados por el coordinador BIM de cada uno.
- 4- Coordinación de Modelos de Disciplina: Deberá existir un agente responsable de que los modelos de disciplina estén coordinados y revisados entre sí: El responsable BIM de contrato. Éste se encargara de revisar los diferentes modelos de disciplina, detectar errores y colisiones y coordinar a los diferentes agentes para su resolución. Esto se realiza mediante la emisión informes de colisiones.
- 5- Entrega de Modelos: Una vez se han coordinado los diferentes modelos y corregido los errores y colisiones, se obtiene modelos definitivos y se procede a la entrega de los Modelos BIM para la fase de proyecto, construcción, As-Build, mantenimiento, etc.

ESPECIFICACIONES DEL PROCESO BIM

Aunque el proceso BIM anteriormente expuesto es aplicable a todas las fases que componen un edificio desarrollado en BIM, en cada tienen sus propias especificaciones:

En la fase de proyecto, quien coordina los modelos de disciplina es el proyectista. Como ocurre en los proyectos convencionales, este agente es el máximo responsable de los planos y memorias sobre los que contrata y construye un edificio. En el caso del BIM, esto se aplica sobre la coordinación de los modelos de disciplina, debido a que es en esta labor donde se detectan los fallos, errores y colisiones para, posteriormente, obtener el modelo definitivo o Modelo de Proyecto. Éste forma parte de la documentación contractual para la licitación de la

obra y es por eso que el máximo responsable del proyecto es el encargado de que el modelo sea correcto y fiable.

En la fase de construcción, será el contratista principal quien se encargará de actualizar el Modelo de Proyecto aportando a este la información de detalle proveniente de las subcontratas. Cuanto más temprana sea la incorporación del este agente, y por tanto el modelo tenga un nivel de desarrollo menor, más veraz y eficiente será la evolución del modelo, puesto que las modificaciones del proyecto aportadas por el contratista se aplicarán en una fase más temprana, permitiendo que éstas no afecten al desarrollo general, plazos y costes del proyecto.

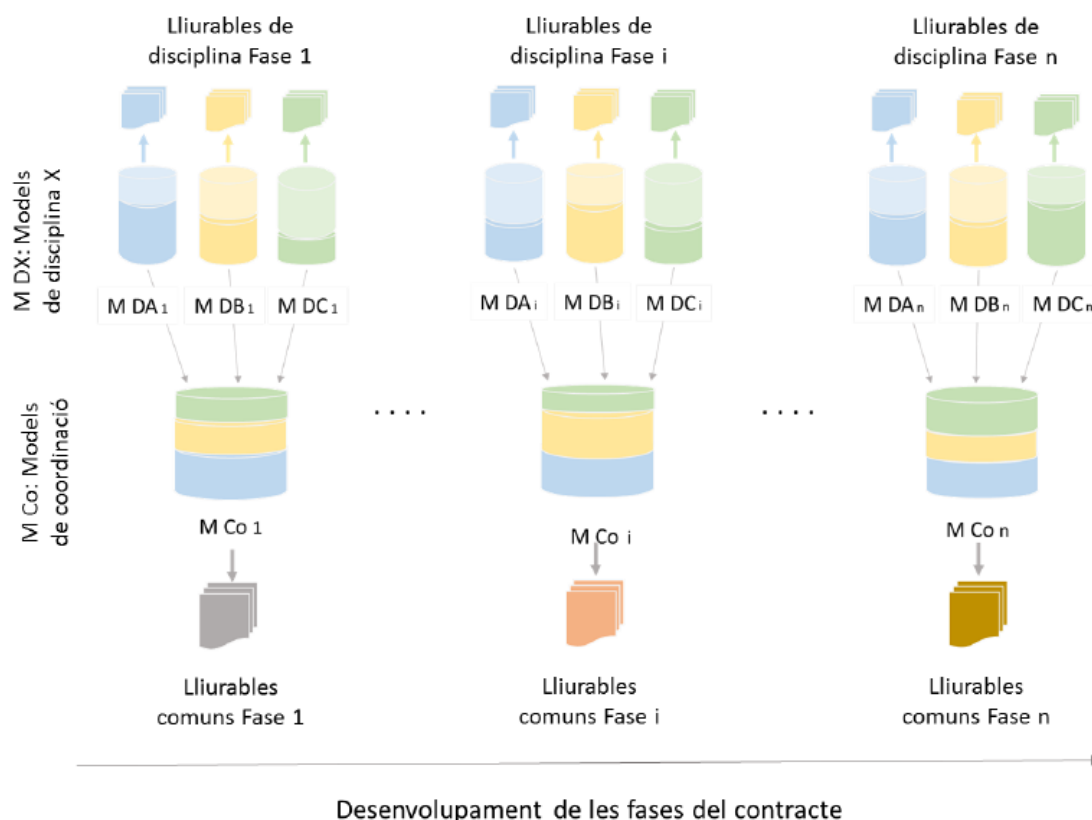


Figura 2.13. Evolución de los modelos BIM durante el proceso constructivo. Fuente: *Guia BIM per a la gestió de projectes i obres. Infraestructures.cat*

Una vez aplicadas las actualizaciones aportadas por el contratista y coordinadas por el Responsable BIM, se generará el Modelo de Construcción del cual se obtendrán los documentos para iniciar la fase de obra.

Durante la fase de ejecución, la Dirección Facultativa es la responsable de la coordinación, recopilación y archivo de toda la información y documentación de obra, así como de actualizar los diferentes modelos en funciones de las modificaciones que puedan surgir en este proceso.

Una vez finalizada la obra, la Dirección Facultativa generará el modelo resultante "As-Build" o Modelo de Obra Ejecutada, sobre el cuál se desarrollará el Modelo de Mantenimiento y Operación, para ser entregado al usuario que opere el edificio.

5.3 ROLES Y RESPONSABILIDADES BIM

Los proyectos desarrollados en BIM requieren de agentes con roles específicos para llevar a cabo aquellas tareas específicas de esta tecnología. En obras y contratos públicos, los profesionales designados a cada uno de estos roles deberán tener conocimientos técnicos y de gestión adecuados al contrato y experiencia demostrable. En la Guía BIM de infraestructures.cat sin embargo, estipula que si esta persona no dispone de estos atributos, podrá contar con el apoyo de un experto en BIM. Se trata de un apunte muy interesante que deja patente la fase embrionaria en la que se encuentra este sistema y la necesidad de que los profesionales adquieran experiencia como parte de la implementación gradual del BIM en proyectos de este tipo.

La designación de estos roles así de cómo sus integrantes y la formación o apoyo requeridos deberán quedar definidos en el PEB del proyecto, aunque en cualquier caso como mínimo deberán existir los siguientes agentes:

RESPONSABLE BIM DEL CONTRATO

Actúa como interlocutor ante los representantes de la administración promotora de la obra en todos los aspectos BIM del contrato, lo que en los proyectos convencionales se suele denominar Project Manager. Las principales responsabilidades que asumirá este agente son las siguientes:

- Desarrollar el PEB y asegurar su cumplimiento.
- Garantizar la aplicación y el cumplimiento de las exigencias y directrices BIM establecidas por la administración.
- Gestionar la creación de los contenidos BIM del contrato.
- Coordinar y dirigir las reuniones con los representantes BIM de los diversos agentes.
- Garantizar la idoneidad del entorno tecnológico implementado (programas, formatos, equipamiento en obra, redes y comunicación, etc.).
- Gestionar los procesos de coordinación y detección de incidencias, colisiones y errores en los modelos así como la elaboración de los correspondientes informes de su identificación y resolución.
- Garantizar la exportación y obtención de datos de los modelos actualizados según los requisitos establecidos.
- Asegurar que la información y entregables que realizan según los formatos prescritos.

COORDINADOR BIM DE DISCIPLINA

Se define a los Coordinadores de BIM de Disciplina a aquellos responsables de la implementación del BIM en su disciplina u oficio, así como la coordinación de su equipo. En fase de proyecto, intervienen según las disciplinas del proyecto (Estructurita, seguridad y

salud, etc.) y en fase de construcción los coordinadores aparecen según su oficio o subcontrata. Las responsabilidades mínimas de estos agentes serán:

- Gestión del modelo de su disciplina.
- Gestionar el cumplimiento del contrato BIM.
- Asesorar al equipo en las herramientas BIM.
- Crear los contenidos BIM específicos de su disciplina.
- Exportar el modelo de disciplina según los requerimientos establecidos para su coordinación e integración con otras disciplinas.
- Realizar el control de calidad y resolución de colisiones específicas en su disciplina.
- Elaborar los entregables propios de su disciplina según los formatos prescritos.

5.4 ENTORNO COLABORATIVO DEL CONTRATO BIM

En los proyectos BIM, una de las claves que hacen esta tecnología es el entorno colaborativo en el que se desarrolla el proyecto, que permite de una forma dinámica y eficiente compartir y actualizar la información entre todos los agentes.

Por tanto, en las obras públicas es vital establecer de forma previa al proyecto las características de este entorno de modo que se garantice su funcionalidad y cumpla con los requerimientos de la administración. Las características de este entorno que deberán quedar definidas en el PEB son:

- La base de datos del proyecto: Deberá estar estructurada y en formatos abiertos que garanticen la interoperabilidad entre los diferentes agentes y programas que intervienen en el contrato.
- Gestión de la documentación: Toda la documentación y modelos BIM deberán contar con un marco colaborativo que establezca unos protocolos y controles de accesibilidad.
- Entorno tecnológico: Los programas, equipos, redes, nubes y demás componentes informáticos deberán estar definidos de modo que cumplan con los objetivos BIM establecidos.
- Espacio BIM: Deberá definirse, tanto en la fase de proyecto como en la propia obra, de espacios habilitados y que cuenten con los medios necesarios para realizar el trabajo colaborativo y reuniones BIM.

Las características del entorno colaborativo quedarán definidas en detalle en el correspondiente PEB, de modo que estas seas compatibles con el entorno tecnológico.

ÁREAS DE TRABAJO EN EL ENTORNO COLABORATIVO

Infrastructures.cat define mediante 4 áreas de trabajo un entorno colaborativo válido para cualquier tipo de contrato. Estas áreas están determinadas por las actividades que se desempeñaran en el modelo durante el proceso de modelado. Esto permite que los diferentes agentes que requieran acceder a esta información tengan la garantía de que ésta se encuentra actualizada.

Las áreas del entorno de trabajo colaborativo son las siguientes:

1. **Trabajo en proceso:** Se trata de un área privada, controlada por el respectivo coordinador BIM de disciplina, con acceso restringido al equipo responsable de desarrollo, en las que se generan los modelos de disciplina correspondiente a cada una de las fases del proyecto. La documentación que se genera en esta área es de uso interno y no tiene valor contractual.
2. **Compartida:** Es el área que controla el Responsable BIM (el específico según la fase). Aquí el acceso al resto de agentes es limitado a aquellos que estén implicados en el proyecto y tengan responsabilidades en la coordinación de los modelos de proyecto, construcción y explotación.
3. **Publicada:** En esta área se gestiona la documentación controlada por el responsable BIM, aprobado por el responsable del contrato y validado por el representante de *Infrastructures.cat*. Los modelos de esta área permiten la generación de entregables, ya que cumplen con los requisitos y objetivos fijados en el PEB. Los modelos BIM se publican en formatos abiertos y son accesibles a todos los agentes implicados en el proyecto.
4. **Archivada:** Es el área coordinada por el GINT de *Infrastructures.cat* en la que se gestiona la documentación y los modelos BIM entregados al finalizar los contratos. En acceso es restringido a aquellos usuarios que *Infrastructures.cat* considere oportunos.

INTEROPERABILIDAD TÉCNICA

La interoperabilidad técnica es el intercambio de datos entre programas. Esto se logra mediante el uso de una estructura interna de datos adaptada a una referencia universal.

Todos los proyectos de *Infrastructures.cat* deberán ser desarrollados con aplicativos y software compatible con el formato IFC (Industry Foundation Class) para garantizar su interoperabilidad entre las aplicaciones de modelado, gestión y colaboración disponibles.

5.5 PEB. PLAN DE EJECUCIÓN BIM

Hemos visto que la metodología BIM es muy compleja y tiene muchas variables en su estructura interna, y se ha nombrado numerosas veces como muchos de los aspectos que forman este proceso se deben definir en el “PEB” pero, ¿Qué es el PEB?

El Plan de Ejecución BIM (en adelante y atrás PEB) es el documento o herramienta en la que se planifica todo el proceso BIM de un contrato. Planificar con antelación el proceso BIM de un contrato y estructurar de forma previa la información que se incluye en el modelo virtual garantiza que la información sea fiable, coherente y se podrá compartir de forma eficaz entre los agentes. Por ello, la función de redactar el PEB es establecer las normas BIM básicas a aplicar en el desarrollo del contrato. Estas normas las deberá redactar el Responsable BIM de Contrato y deben contemplar los siguientes apartados:

- Objetivos BIM específicos del contrato.
- Asignación de roles y responsabilidades.
- Definición de Usos BIM.
- Especificaciones del entorno tecnológico.

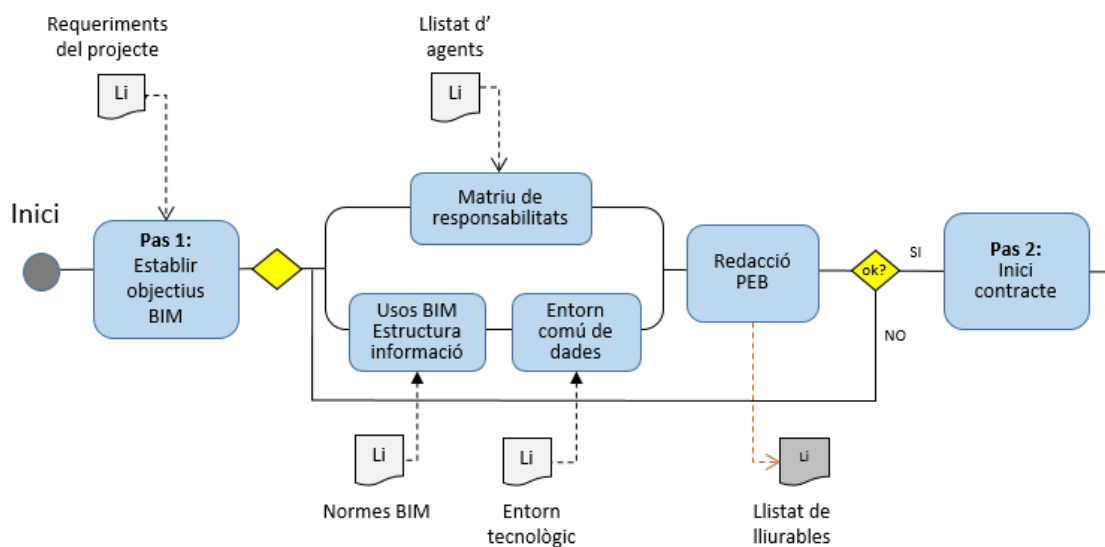


Figura 2.14. Diagrama de flujo de lanzamiento de un contrato BIM en *Infraestructures.cat*. Fuente: *Guia BIM per a la gestió de projectes i obres. Infraestructures.cat*

La redacción del PEB ha de contar con la aprobación de los agentes intervinientes en el contrato. Esto es indispensable para conseguir que todos los participantes sean conocedores de los objetivos BIM a cumplir en cada una de las fases.

Una vez desarrollado y aprobado por todos los agentes, el PEB debe ser validado por *Infraestructures.cat* a través del Responsable BIM del contrato, que verificará si el PEB cumple con los requisitos del contrato.

Se aporta como Anexo nº1 el índice de referencia del PEB de *Infraestructures.cat*.

5.6 MODELOS BIM

Como ya se ha comentado, un modelo BIM es una representación virtual del edificio en el que los elementos, representados en 3D, disponen de parámetros asociados que permiten al modelo aportar tanto información gráfica como no gráfica en todo su ciclo de vida. Estos modelos evolucionan y se completan a medida que transcurren las diferentes fases del edificio.

Para que esa evolución sea posible de forma eficaz, existen varios tipos de modelo en función de su uso y fase de desarrollo, en los que intervienen varios agentes y que permiten coordinarlos para obtener finalmente un modelo fiable y completo que cumpla con los requisitos establecidos.

A continuación pasamos a describir los modelos a utilizar durante el proceso BIM de *Infraestructures.cat*:

MODELO DE DISCIPLINA

Es el modelo específico de cada una de las disciplinas (en el caso de la fase de proyecto) o oficio (en el caso de la fase de obra). Son gestionados por los coordinadores BIM de disciplina y se generan de forma privada. Algunos ejemplos de estos modelos pueden ser el de arquitectura, instalaciones, estructura, etc.).

Una vez se desarrolla cada modelo de este tipo, el coordinador BIM de la disciplina deberá asegurar su calidad antes de compartirlo con el resto de miembros del proyecto e integrarlos y coordinarlos junto con el resto de modelos de disciplina, obteniendo el Modelo de Coordinación.

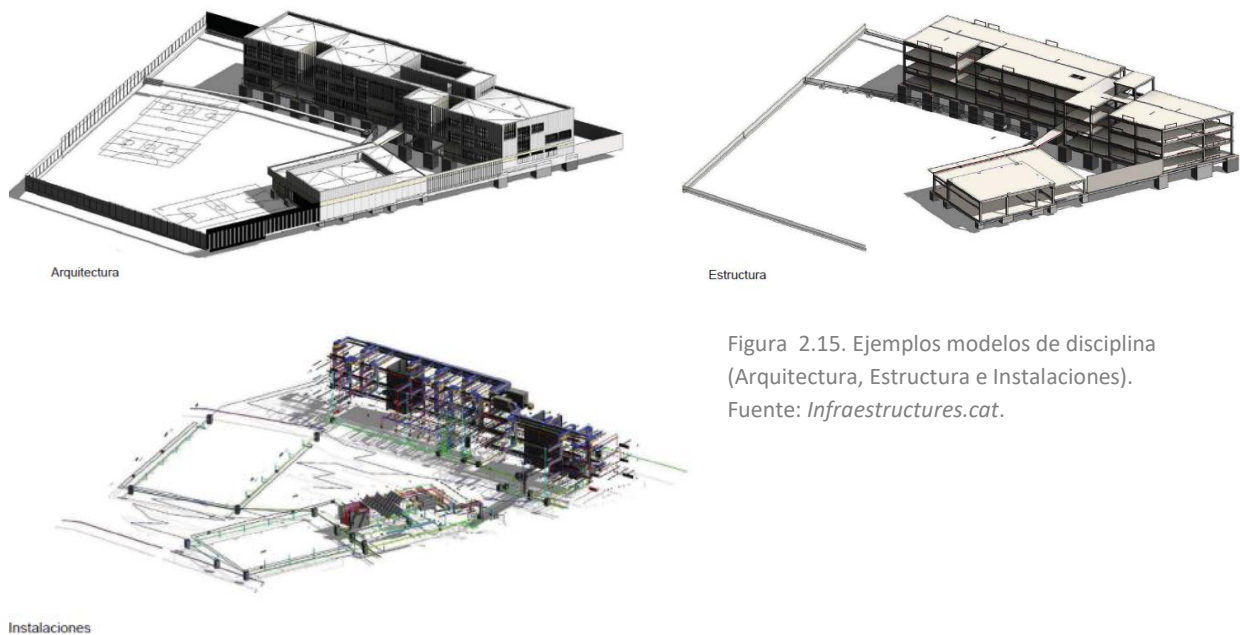


Figura 2.15. Ejemplos modelos de disciplina (Arquitectura, Estructura e Instalaciones).
 Fuente: *Infraestructures.cat*.

MODELO DE COORDINACIÓN

Como se ha mencionado ante, es el modelo resultante de la combinación y coordinación de los diferentes modelos de disciplina. Lo desarrolla el Responsable BIM del proyecto en la estaca correspondiente, y es el modelo que se utiliza para la detección de **colisiones**.

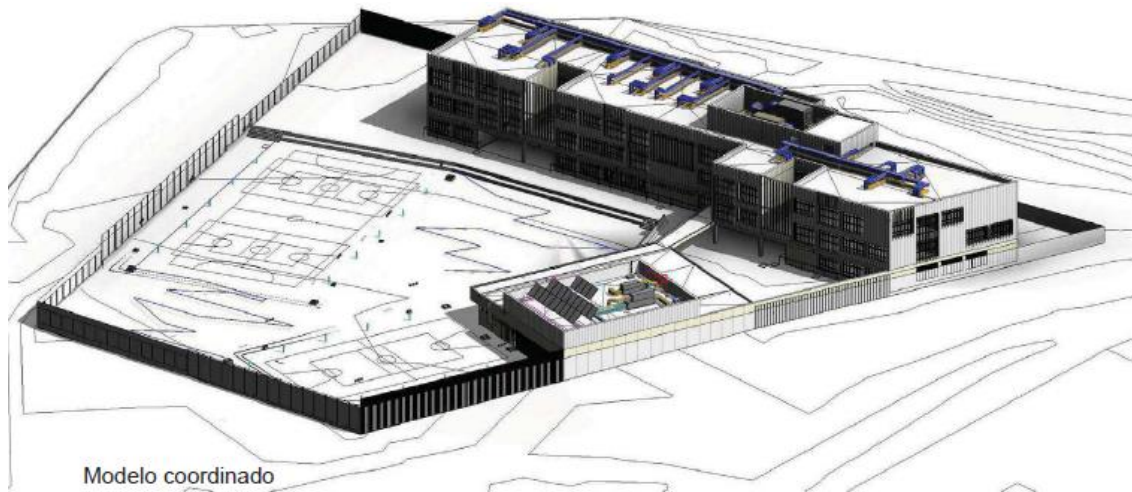


Figura 2.16. Ejemplo de un modelo coordinado (Arquitectura, Estructura e Instalaciones). Fuente: *Infraestructures.cat*.

MODELO DE PROYECTO

Es aquel que contiene el proyecto final con las últimas soluciones adoptadas. Surge de la combinación de los diferentes modelos de disciplina dónde se han resuelto todas las colisiones y los errores detectados. Lo desarrolla el Responsable BIM del proyecto y permite generar los documentos entregables finales, que ya pueden utilizarse como parte de los contratos en las fases de licitación y construcción del edificio.

MODELO DE CONSTRUCCIÓN

Una vez se licita la obra, el contratista principal elabora el Modelo de Construcción a partir del Modelo de Proyecto. Este modelo cuenta con la información detallada que facilitan los diferentes subcontratistas y de los diferentes oficios. Al igual que el modelo de coordinación, este modelo debe estar coordinado entre los diferentes oficios para evitar errores o incongruencias.

Una vez el Responsable del contrato aprueba este modelo, se genera la documentación para la construcción del edificio.

MODELO DE OBRA EJECUTADA

Como su nombre indica, este modelo es el “As-Build” del edificio, en el que se incluye todas las posibles modificaciones que hayan ocurrido en la obra así como la información requerida por *Infraestructures.cat* (características de los componentes, gestión de su fabricación, etc.). Lo genera la Dirección Facultativa de la obra junto con el Contratista.

MODELO DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

Generado exclusivamente por la Dirección de Obra a partir del modelo anterior, este cuenta con características específicas de los componentes, equipos y espacios de obra para poder realizar el mantenimiento y operar el edificio según los criterios establecidos tanto por *Infraestructures.cat* y por el gestor que vaya a operar el edificio.

5.7 USOS BIM DE LOS MODELOS

La Guía BIM de *Infrastructures.cat* define el uso BIM como:

Una actividad basada en un modelo BIM, entre todas aquellas que son necesarias para la ejecución completa de un contrato, que añade valor al desarrollo del mismo y permite alcanzar alguno de los objetos previamente establecidos en él.

Estos usos son las actividades BIM mínimas a realizar en un contrato y representan el punto de partida de la implementación de esta metodología y un sistema de evaluación de los beneficios que aporta en la actualidad.

Cada Uso BIM debe estar perfectamente definido con los siguientes aspectos:

- El valor que aporta al contrato.
- Elementos y objetos que incluye.
- Agente es responsable.
- Nivel de definición (LOD).
- Resultados esperados.
- Entregables que se han de producir.
- Atributos de información necesarios.
- Programas a emplear.

Definir estos puntos en los Usos BIM permite lograr los objetivos establecidos, desarrollar de forma eficiente el proceso BIM y garantizar una correcta transferencia de información entre las diferentes etapas del contrato.

Se aporta como Anexo nº2 la definición de Usos BIM mínimos a implementar en un contrato de *Infrastructures.cat*.

5.8 CARACTERÍSTICAS DE LOS OBJETOS DEL MODELO

Los objetos y elementos que conforman el modelo deberán contener la información necesaria para su representación visual y contar con los parámetros asociados que permitan cumplir los usos BIM establecidos en el contrato.

Toda esta información debe estar estructurada de modo que esta información sea accesible y útil en todo el ciclo d vida del edificio. La guía no es muy específica en cuanto a cómo se estructura y que tipo de información, ya que esto se especifica en el PEB e cada contrato, y es variable en función del nivel de implantación BIM y de los objetivos de cada uno.

Sin embargo, sí que establece unas generalidades que se enumeran a continuación:

- La información introducida deberá estar en un formato adecuado que garantice su utilización en todas las fases posteriores.
- Esta información se adaptara a las necesidades de la fase correspondiente.
- El Responsable BIM del contrato es el encargado de garantizar la suficiencia y calidad de la información contenida en los objetos, según el PEB.
- Todos los modelos que se elaboren en cualquier contrato es de propiedad sola y exclusiva de *Infrastructures.cat*.

5.9 ESTÁNDARES DE MODELADO

Infrastructures.cat establece una serie de normas de cara a que los modelos que se generan en las fases iniciales del proyecto cumplan los requisitos y requerimientos de las fases posteriores. Es lo que llama los **estándares de modelado**.

Como bien se menciona en la guía, los estándares que se incluyen en ella son los mínimos y sus especificaciones son de carácter general. Los estándares son los siguientes:

- Sistemas de Clasificación.
- Nivel de Definición del Modelo.
- Protocolos de Denominación.
- Especificaciones Generales de los Modelos de Contrato.

SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN

Como bien se ha mencionado anteriormente, los modelos BIM actúan como una base de datos única en la que toda la información del proyecto se encuentra centralizada en un único modelo. Esto supone una gran y variada cantidad de información que debe gestionarse de manera ordenada para que pueda ser útil a lo largo de las diferentes fases del proyecto. Para ello, *Infrastructures.cat* ha establecido una clasificación de objetos y elementos en base a la función que llevan a cabo en el proceso de construcción, mediante el documento *GUBIMCLASS. Sistema de classificació BIM d'elements "per funció"*.

En este documento se definen los sistemas de clasificación de la siguiente manera:

Los sistemas de clasificación en entornos BIM sirven para organizar el contenido de los modelos de acuerdo con unos criterios que facilitan ordenar, identificar y localizar los objetos que componen los mencionados modelos.

El GuBIMclass surge del trabajo colaborativo realizado por los miembros del *Grup d'Usuaris BIM de Catalunya (GuBIMCat)*, que partiendo del sistema que *Infrastructures.cat* había empezado a desarrollar en 2014, han creado un nuevo sistema de clasificación común dotándolo del máximo consenso con los diferentes usuarios BIM y manteniendo la alineación local del sistema inicial.

Se adjunta la tabla del GuBIMclass en el Anejo 3 de este trabajo.

NIVEL DE DEFINICIÓN DEL MODELO

Infrastructures.cat entiende el Nivel de Definición del Modelo como la forma de identificar y medir el grado de información introducido en cada elemento que del modelo BIM. Es una combinación tanto del Nivel de Detalle gráfico (parámetros geométricos) como el Nivel de Información no gráfica (atributos y propiedades de los objetos), de manera éste es flexible y se adapta a las necesidades de cada una de las fases en las que se encuentra el contrato.

Esto corresponde con los Niveles de Desarrollo (LOD) comentados anteriormente, y se debe definir el Nivel de Detalle de cada tipo de elemento en cada fase a través del PEB del contrato.

PROTOCOLOS DE DENOMINACIÓN

Tanto los elementos del modelo como el modelo y la documentación generada deber tener unos criterios a la hora de establecer una denominación. En el caso de *Infraestructures.cat*, este organismo ya dispone de un Protocolo de ficheros digitales para toda la documentación electrónica, pero como norma general, todos los ficheros deberán contar con el código de contrato, fase de referencia y disciplina a la que pertenece.

Estos protocolos sin embargo deberán obedecer al acuerdo pactado entre los diferentes agentes que participan en el contrato, y se recogerán en el PEB.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS MODELOS DE CONTRATO

Si bien la Guía BIM de *Infraestructures.cat* es muy genérica y no define en detalle cómo se desarrolla un contrato en BIM, sí que establece una serie de especificaciones básicas que deben cumplir los modelos para facilitar su gestión. Estas especificaciones son las siguientes:

- **Código de contrato:** Cada contrato dispondrá de un código específico que se utilizará para la identificación de cualquier elemento o documento del contrato según los protocolos vigentes.
- **Origen del modelo gráfico:** El punto de referencia de los modelos de contratos será siempre el (0, 0, 0) en el sistema de coordenadas del proyecto, y permanecerá invariable en todo el proyecto.
- **Nivel de referencia:** Para que todos los modelos, tanto de disciplina como coordinados, puedan ser coordinados entre sí, se deben acordar con antelación al inicio de modelado los **niveles de referencia** del proyecto. Estos determinan la ubicaciones de los elementos básicos del modelo (sobretudo estructurales) y pueden estar sujetos a diferentes criterios (pueden coincidir con el nivel de acabados, de forjado, eje de pilar, etc.) por lo que es importante establecer inicialmente y en el PEB el criterio utilizado para determinar estos niveles.
- **Subdivisión de modelos:** En el caso de que por motivos de flujo de trabajo o tamaño, se podrá dividir el modelo en varios archivos de 250 MB aproximadamente, siempre de forma vinculada a los archivos de contrato resultantes. También se deberán tener en cuenta criterios como la partición del contrato y gestión de datos a la hora de dividir un modelo.
- **Compartición de los modelos:** Uno de los aspectos clave del BIM es el poder compartir los modelos de forma eficiente entre los agentes en un entorno colaborativo digital. Para ello y de forma estandarizada, los modelos se compartirán en el formato abierto IFC.
- **Entorno tecnológico:** Se deberá definir el sistema de comunicación y las normas de traspaso y carga de submodelos para permitir una coordinación y uso de los modelos federados por parte de todos los integrantes del proyecto, y los recursos tecnológicos deberán ser equivalentes a los programas, maquinaria y red, así como la los modelos prefijados.

5.10 PRESENTACIÓN Y ENTREGABLES

Para la entrega de los modelos BIM correspondientes al contrato y la documentación gráfica, es de aplicación el *MANUAL BIM PER A LA GESTIÓ DE PROJECTES I OBRES* de *Infrastructures.cat*. Se trata de un manual en que se detallan las especificaciones básicas de BIM de cualquier contrato, detallando y definiendo de forma más concretas los apartados expuestos hasta ahora en este trabajo.

Además, en el PEB se deberán definir los usos de cada modelo entregado en cada fase de proyecto, de modo que esté adaptado al nivel de desarrollo en cuestión.

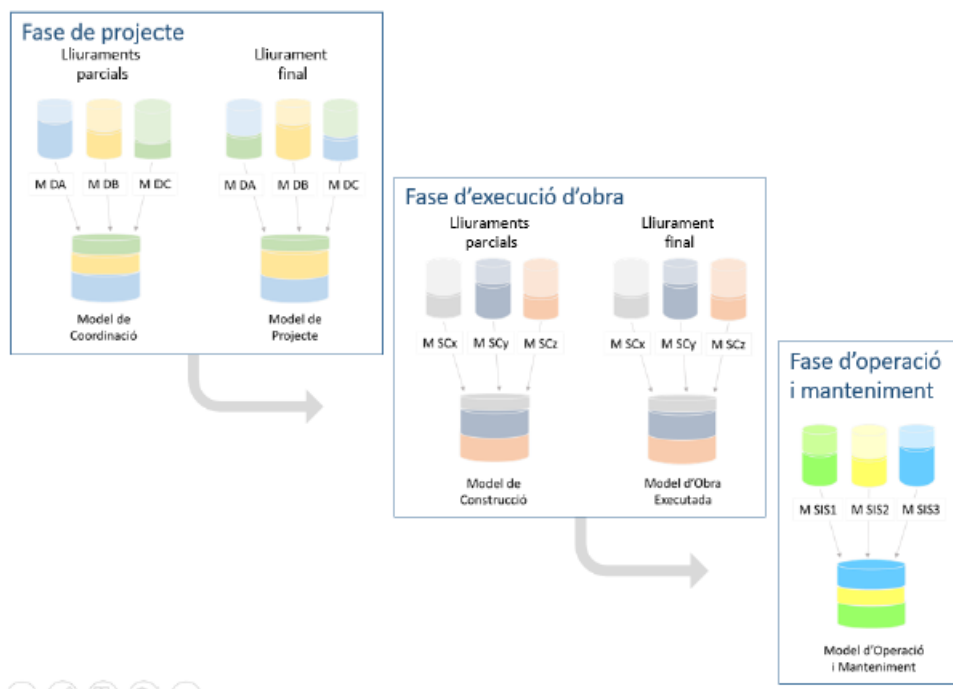


Figura 2.17. Tipos de modelos a entregar en el desarrollo de las fases del proceso constructivo en *Infrastructures.cat*. Fuente: *Guia BIM per a la gestió de projectes i obres. Infrastructures.cat*

6. Conclusiones.

La metodología BIM es, en conclusión, una nueva forma de desarrollar un proyecto de edificación que aporta numerosas ventajas al proceso pero a su vez cuenta con algunos aspectos a tener en cuenta:

6.1 VENTAJAS

- **Modelo 3D:** Disponer de un modelo 3D facilita la comprensión y la visualización del edificio y permite anticipar errores de diseño antes de llevar a cabo la obra. A su vez, facilita el mantenimiento del mismo al poder localizar fácilmente y de forma visual todos los elementos que componen el edificio.
- **Fuente de información fiable:** El hecho de que toda la información del proyecto provenga de un único modelo coordinado que se actualiza constantemente con cada

cambio supone un antes y un después en el desarrollo de proyectos evitando incoherencias en el traspaso de documentación, mejorando el flujo de información entre agentes y facilitando la construcción y explotación del edificio.

- **Entorno colaborativo:** Los programas de modelado BIM están pensados para trabajar en entornos colaborativos para que todos los agentes implicados puedan disponer y aportar información al proyecto de forma fluida y fiable.
- **Detección de incidencias:** El modelado 3D junto con herramientas para la detección de colisiones permiten de forma rápida y visual detectar estas colisiones e incompatibilidades en la fase de redacción del proyecto y así evitar imprevistos en fase de obra.

6.2 DESVENTAJAS

- **Requiere adaptarse a una nueva metodología:** El BIM implica muchas novedades tanto en procesos como en herramientas que pocos profesionales del sector conocen. Adaptarse a nuevas formas de construir, diseñar, calcular y gestionar un proyecto supone un esfuerzo para todos los agentes implicados.
- **Compatibilidad de software:** Pese a que se ha hablado de los formatos abiertos y la gran cantidad de programas y herramientas compatibles con estos formatos, sí que existe una limitación entre programas en las que se pueden dar incompatibilidades entre versiones.
- **Difícil de aprovechar su potencial en licitaciones públicas:** En el caso de las obras públicas, en las que se licita el contratista una vez redactado el proyecto, se desaprovecha la inclusión de éste en el desarrollo del modelo en el caso de la metodología BIM. Para mitigar esta incompatibilidad, en las licitaciones se deberá determinar con que LOD (Nivel de Desarrollo) se licita la obra y procurar que este sea lo más bajo posible, para que el contratista pueda aportar sus datos al proyecto lo antes posible y aprovechar al máximo las ventajas de la metodología BIM.

6.3 CONCLUSIONES DEL BIM EN INFRAESTRUCTURAS

- **Define de forma genérica todo el proceso BIM:** La guía BIM es un reflejo de cómo entiende que se debe desarrollar un proyecto de este tipo en la actualidad. Se encuentra abierta a modificaciones y su nivel de definición es proporcional, debido al grado de desarrollo tan temprano de esta metodología.
- **Gran importancia al consenso y coordinación entre los agentes del proyecto:** Cada uno de los apartados se define muy genéricamente y únicamente establece unas directrices muy básicas, dejando a los agentes que realicen el proyecto el trabajo de definir cada uno de los apartados.

7. Casos de éxito del BIM en España y el mundo.

EL BIM, pese a estar en una fase muy temprana de implantación de nuestro país, ha cosechado varios casos de éxito tanto dentro como fuera de nuestras fronteras. A continuación se mencionan algunos de los casos más representativos utilizando como fuente de información la web esbim.es del Ministerio de Fomento (<https://www.esbim.es/menu-casos-de-exito>) y la web de la asociación Building Smart Spanish Chapter (<https://www.buildingsmart.es/observatorio-bim/casos-de-%C3%A9xito/>):

Campus de las Ciencias de la Salud de Bellvitge de la Universidad de Barcelona¹

Se trata de un edificio de 11.805 m² desarrollado por Pinearq S.L.P. para la Universidad de Barcelona en 2013. Se implementó la metodología BIM en todo el proceso alcanzando un nivel de desarrollo LOD 350. Gracias a esta metodología, fue posible obtener de forma sencilla y precisa tablas de mediciones de elementos, compresión del proyecto gracias la 3D así como la detección y prevención de conflictos entre elementos.



Figura 2.18. Imagen del modelo e imagen del edificio construido. Fuente: esbim.es

Todos los cambios que sufrió el edificio durante el proceso de diseño y construcción se pudieron reflejar del modelo rápidamente y que esta información llegará a todos los agentes implicados.

Modelado BIM Integral Sede Central de la EMT. Madrid¹

En este caso se ha desarrollado únicamente el modelo del edificio como simulación de construcción de forma virtual. Con este proyecto de modelado, se consiguió agilizar le proceso de ejecución del edificio al construirlo en primer lugar de forma virtual detectando y solucionando de forma anticipada todos los errores y conflictos que, de otro modo, se hubieran tenido que solucionar en fase de obra.

1. Fuente: Web esbim.es del Ministerio de Fomento (<https://www.esbim.es/menu-casos-de-exito>)

Clínica Anglo Americana en Lima¹

Este proyecto realizado mediante modelado 3D BIM por la empresa Estudi PSP Arquitectura SL, supuso modelar y obtener un proyecto de un edificio de 80.000 m² construidos con un LOD 350. Gracias al uso del BIM, se redujo el tiempo de redacción del proyecto y se pudo realizar un control de los puntos conflictivos y posibles incidencias entre las diferentes disciplinas.



Figura 2.19. Imagen del modelo 3D. Fuente: esbim.es

Modelado as-built nave de Amazon²

La empresa Wise Buil S.L. realizó para la empresa AMAZON un proyecto industrial consistente en el desarrollo de un modelo BIM as-built para gestionar el edificio. El objetivo de este proyecto era desarrollar un modelo BIM que pudiera estar conectado al sistema GMAO para el Facility Management del activo en el que se pudieran localizar y ver las características de cada equipo así como las operaciones de mantenimiento requeridas.

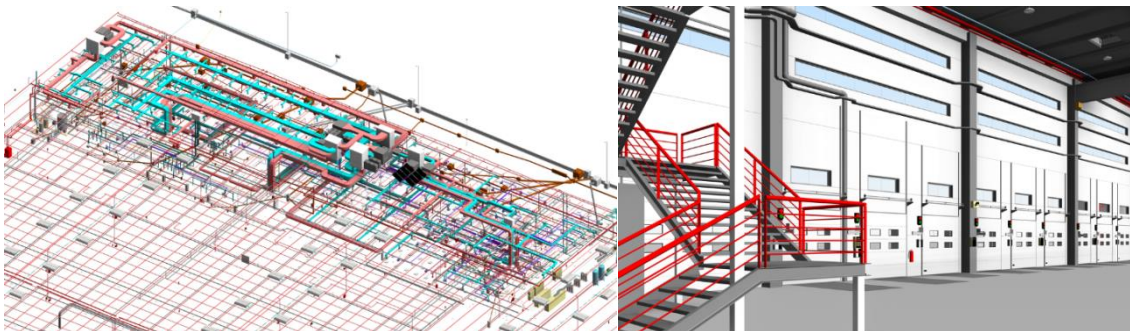


Figura 2.20. Imágenes del modelo 3D de los equipos y del edificio de AMAZON en Barcelona. Fuente: buildingsmart.es

Museo de Arte Contemporáneo en Kristiansand, Noruega²

Mestres Wage Architectes, BA_X Studio y Mendoza Partida Design Studio ha realizado el proyecto básico para la rehabilitación de unos antiguos silos de grano de 1936 para convertirlos en un Museo de Arte Contemporáneo en Kristiansand, Noruega. El BIM se ha utilizado para coordinar las disciplinas de arquitectura, estructuras e instalaciones y obtener una base de datos para generar unas mediciones. Además, para el modelado 3D del estado actual se ha utilizado una nube de puntos.

1. Fuente: Web esbim.es del Ministerio de Fomento (<https://www.esbim.es/menu-casos-de-exito>)
2. Fuente: web de la asociación Building Smart Spanish Chapter (<https://www.buildingsmart.es/observatorio-bim/casos-de-%C3%A9xito/>)

Gracias al uso de esta metodología, los agentes implicados en el proyecto disfrutaron mejor coordinación y comprensión del edificio. Además, el trabajar en un modelo compartido, ha permitido trabajar de forma coordinada a varios despachos de Barcelona y Noruega manteniendo constantemente el modelo actualizado.



Figura 2.21. Render del Museo de Arte Contemporáneo de Kristiansand, Noruega . Fuente: buildingsmart.es

BIM en la Catedral de Palma de Mallorca¹

Control BIM S.L. y Gea Asesoría Geológica aplicaron la metodología HBIM (Historic Building Information Modelling) para la gestión del patrimonio construido, en concreto para la Capilla del Sagrado Corazón de la Catedral de Palma, en Mallorca.

En este proyecto se pretendía mediante el BIM, concretamente el software PetroBIM, trabajar en un único modelo que contenga toda la información sobre el estado actual así como la que se obtenga tras las diferentes intervenciones, poder realizar consultas vinculadas al modelo para futuras actuaciones de conservación y restauración.



Figura 2.22. Fotografía de la Capilla del Sagrado Corazón. Fuente: buildingsmart.es

1. Fuente: web de la asociación Building Smart Spanish Chapter (<https://www.buildingsmart.es/observatorio-bim/casos-de-%C3%A9xito/>)

Tras el modelado, se llevó cabo la restauración, en el modelo se ha incluido un plan de mantenimiento y se ha actualizado el mismo para poder disponer de toda la información en el modelo de cara a acelerar las futuras actuaciones y toma de decisiones.

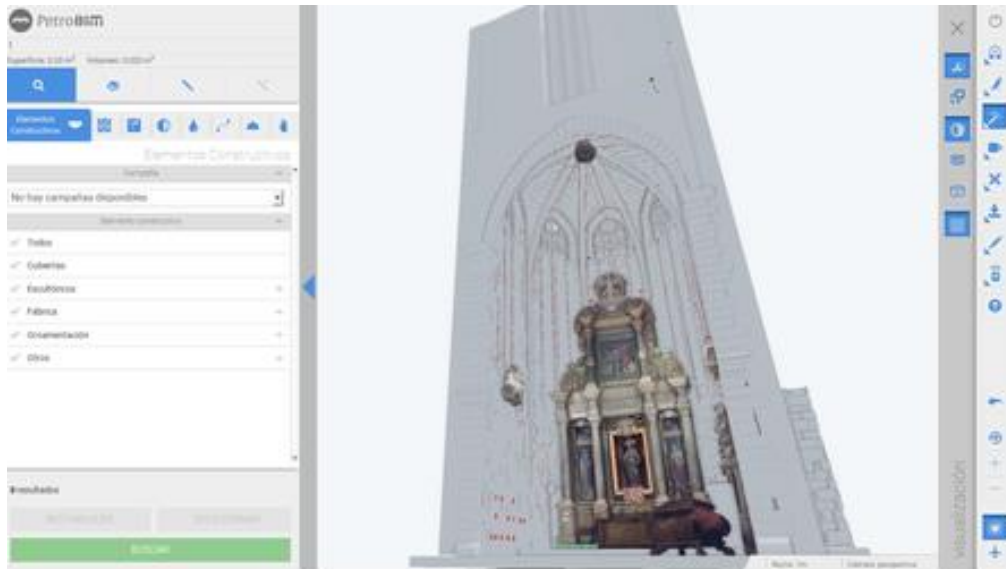


Figura 2.23. Fotografía del modelo de la Capilla del Sagrado Corazón en PetroBIM. Fuente: buildingsmart.es

Nuevo aeropuerto de Estambul¹

Uno de los mayores proyectos que se están realizando actualmente en BIM es el Nuevo Aeropuerto de Estambul. El que será en el futuro el aeropuerto más grande del mundo ocupa una superficie de 76,5 millones de metros cuadrados con una terminal 1,3 millones de metros cuadrados construidos.

En 2017 se encontraba ejecutado el 61%, y está previsto que entre en funcionamiento a finales de 2018, aunque su finalización está prevista para 2028.

La constructora turca IGA está llevando a cabo la obra mediante metodología BIM, lo que ha permitido poder coordinar e integrar todas las disciplinas del proyecto en único entorno virtual, acelerando el diseño y construcción del proyecto.

1. Fuente: <https://www.arquima.net>

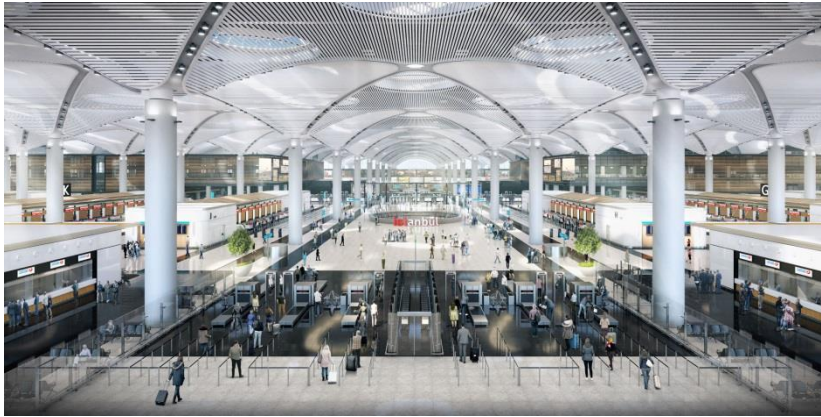


Figura 2.24. Fotografía del modelo de la Capilla del Sagrado Corazón en PetroBIM. Fuente: buildingsmart.es

8. BIM en el ámbito nacional e internacional.

Son muchos los países europeos y del resto del mundo que han establecido hojas de ruta definidas para la implantación del BIM en la confección de proyectos. Alemania o Francia obligan al uso de esta metodología en sus obras públicas y países como Estados Unidos, Reino Unido y Finlandia han implementado el BIM con sistemas de contratación colaborativos, con los que se comparten riesgos y beneficios y permiten adaptar la licitación y contratación de constructoras con la metodología BIM y aprovechar sus ventajas al máximo.

A raíz de la Directiva Europea 2014/24/UE en la que la UE recomienda la utilización del BIM en 2014, en España se inició la implantación de esta metodología a través del Ministerio de Fomento creando la **Comisión BIM**. Ésta comisión estableció la hoja de ruta obligando al uso del BIM en Licitaciones Públicas de Edificación a partir del 17 de diciembre de 2018 y a partir del 26 de junio de 2019 en el caso de las Licitaciones Públicas de Infraestructuras.

En Catalunya sin embargo, se inició una serie de pruebas piloto de implantación del BIM por parte de la Generalitat en 2013. *Infraestructures.cat* comenzó a aplicar la metodología BIM en 2013 con la licitación del primer proyecto BIM, el instituto Lluís de Recasens en Molins de Rei. La prueba fue un éxito y actualmente ya se han licitado más de 60 proyectos en los que se ha empleado esta metodología¹.

Aenor, organismo de normalización reconocido en España, está normalizando el BIM mediante el subcomité AEN/CTN 14/ SC 13 mediante el cual están elaborando las normas para estandarizar esta metodología.

Sin embargo, pese a que existe un proceso claro de implantación por parte de las diferentes administraciones del Estado, las constructoras no se encuentran en la misma situación.

1. Fuente: *Infraestructures.cat*

El artículo escrito por Javier Mesones para *El Economista* el 12 de febrero de 2018 titulado *El 85% de las constructoras aún no usa BIM en sus obras*¹ arroja una serie de datos interesantes sobre el estado de implantación del BIM por parte de estas empresas en base a el “Barómetro de Adopción de Building Information Modeling” realizado por Ibermática:

- El 85% de las empresas de construcción no ha implementado el BIM en todos sus proyectos.
- El 55% han realizado algún proyecto en BIM.
- El 37% de las constructoras indica que no es una prioridad y manifiesta que no recibe presión alguna por parte del sector.
- El 56% de las empresas considera necesaria la creación de un plan de ayudas públicas y un calendario realista de implantación.
- El 24 % manifiesta que hay escasez de profesionales.

1. Fuente: <http://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/8931787/02/18/El-85-de-las-constructoras-aun-no-usa-BIM-en-sus-obras.html>

La ejecución de la obra salió a licitación en febrero de 2015, y fue adjudicada a UTE DRAGADOS – CONSTRUCTORA CALAF, quienes finalizaron la obra en 2016.



Figura 3.3. Fotografías instituto. Fuente: BATLLE I ROIG Arquitectes.

2. Objetivos BIM del proyecto.

Al tratarse de una prueba piloto, los objetivos establecidos por infraestructuras fueron muy generales y con la intención de comprender como funciona esta metodología para aplicarla en futuros concursos.

Según *Infraestructures.cat* los objetivos son:

1. Introducir los conceptos básicos de la metodología BIM.
2. Familiarizar al equipo técnico con nuevos procesos de trabajo y herramientas de modelado.
3. Identificar los usos básicos que *Infraestructures.cat* podrá implementar basándose en el modelo.

4. Analizar la transferencia de información entre fases.

Como vemos, son objetivos BIM muy básicos, con la intención para comprender esta metodología y su viabilidad en las obras públicas al ser la primera experiencia BIM de *Infraestructures.cat*.

Podemos deducir que los objetivos de *Infraestructures.cat* con la implementación de la metodología BIM en esta prueba piloto se basan en tres pilares principales. Tal y como se muestra en el gráfico, a partir de la gestión de la información contenida en el modelo se querían desarrollar y mejorar con respecto a la metodología tradicional:

1. **El flujo de información:** Mediante la coordinación y federación del modelo entre todos los agentes, la información contenida en el proyecto se actualiza constantemente y no se pierden datos al compartirla con otros agentes o al cambiar de fase de obra.
2. **Procesos:** La metodología BIM implica un cambio en todo el proceso constructivo tal y como se desarrollaba hasta ahora. Por tanto, implementar el BIM supone el desarrollo de y aprendizaje de este nuevo proceso para todos los participantes den proyecto.
3. **Comunicación:** Uno de los factores diferenciados del BIM es que el trabajar sobre un único modelo virtual como base de datos de todo el proyecto permite la implementación de nuevos canales para compartir información y comunicarse entre los agentes participantes. El uso de nubes virtuales para que los cambios se reflejen on-line y lleguen a todos los implicados, así como la implementación de espacios de trabajo BIM adaptados a esta tecnología.

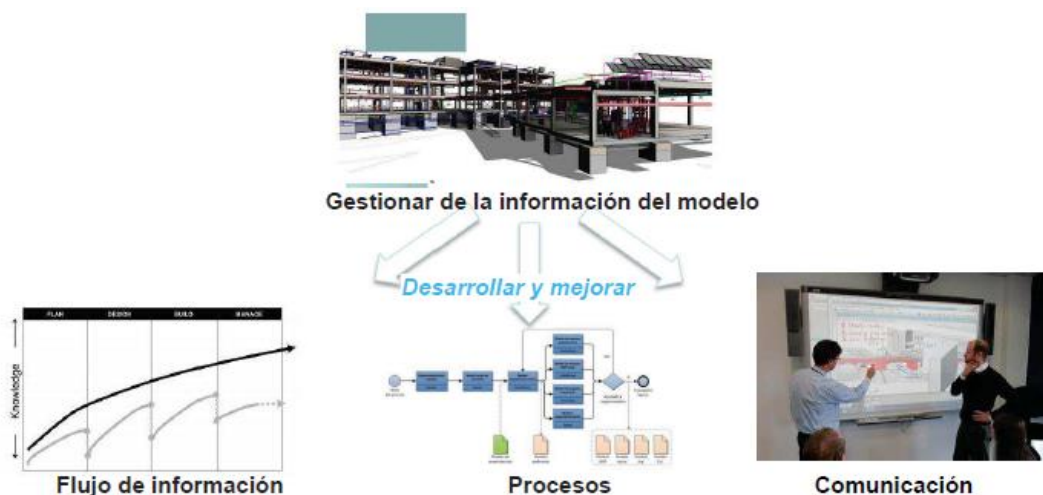


Figura 3.4. Esquema objetivos principales de la prueba piloto. Fuente: *Infraestructures.cat*.

Para la fase de obra, según la circular núm. 03/15 del 18.02.15 emitida por la *Cambra Oficial de Contractistes d'Obres de Catalunya*, el alcance de la prueba piloto debía cumplir con los siguientes objetivos:

1. Coordinación geométrica del modelo tridimensional.
2. Visualización del proceso constructivo.
3. Gestión de las modificaciones a introducir en el modelo.
4. Validar el flujo de información entre proyecto y obra.

Como se ha expuesto anteriormente, el documento que establece las características y como se implementa el BIM en un proyecto es el Plan de Ejecución BIM. Para este proyecto, *Infraestructures.cat*, determinó los siguientes puntos de este documento¹:

1. Objetivos y procesos: Definir los objetivos BIM de la obra, así como los flujos de trabajo necesarios para lograrlos.
2. Agentes: Identificar el liderazgo del proyecto y los agentes adicionales, sus roles y responsabilidades.
3. Normas: El estándar BIM utilizado en la obra y la resolución de cualquier desviación de este estándar.
4. Segregación de datos: Estructura organizativa del modelo para permitir el trabajo multidisciplinario y el acceso multiusuario, estableciendo la propiedad de los datos del proyecto BIM.
5. Coordenadas de referencia: Definir el sistema de coordenadas común para todos los datos de BIM.
6. Plataforma de Software: Definir software BIM a utilizar y cómo se abordarán las cuestiones de interoperabilidad.
7. Intercambio de datos: Definir protocolos de comunicación, junto con la frecuencia y la forma de intercambio de datos.
8. Verificación / Validación: Definir el proceso de verificación / validación de los documentos y datos BIM.
9. Entrega del proyecto: Definir la presentación del proyecto y el formato en que se ha entregado e intercambiado.

1. Fuente: PRUEBA PILOTO BIM EN FASE DE OBRA. IES MOLINS DE REI. 18 DE FEBRERO DE 2015. Infraestructures.cat

3. Modelado del proyecto¹.

A continuación, se describirá de forma básica como se desarrolló este proyecto en BIM, a través de los modelos Revit del instituto y la información aportada por María Duran (BIM Manager del proyecto) y Rafael Capdevila (Aparejador del proyecto) y finalmente que conclusiones se obtuvieron.

Todas las directrices, programas, niveles y demás parámetros del modelo se definieron en el correspondiente Plan de Ejecución BIM del proyecto.

3.1. EL MODELO 3D

Para el modelo 3D del edificio, en este caso se utilizó el programa Autodesk Revit.

En primer lugar se definieron los **niveles** de cada planta y la **rejilla de pilares**, ya que estos elementos junto al origen de coordenadas han de ser comunes en todos los modelos de disciplina de cara a que éstos se puedan coordinar.

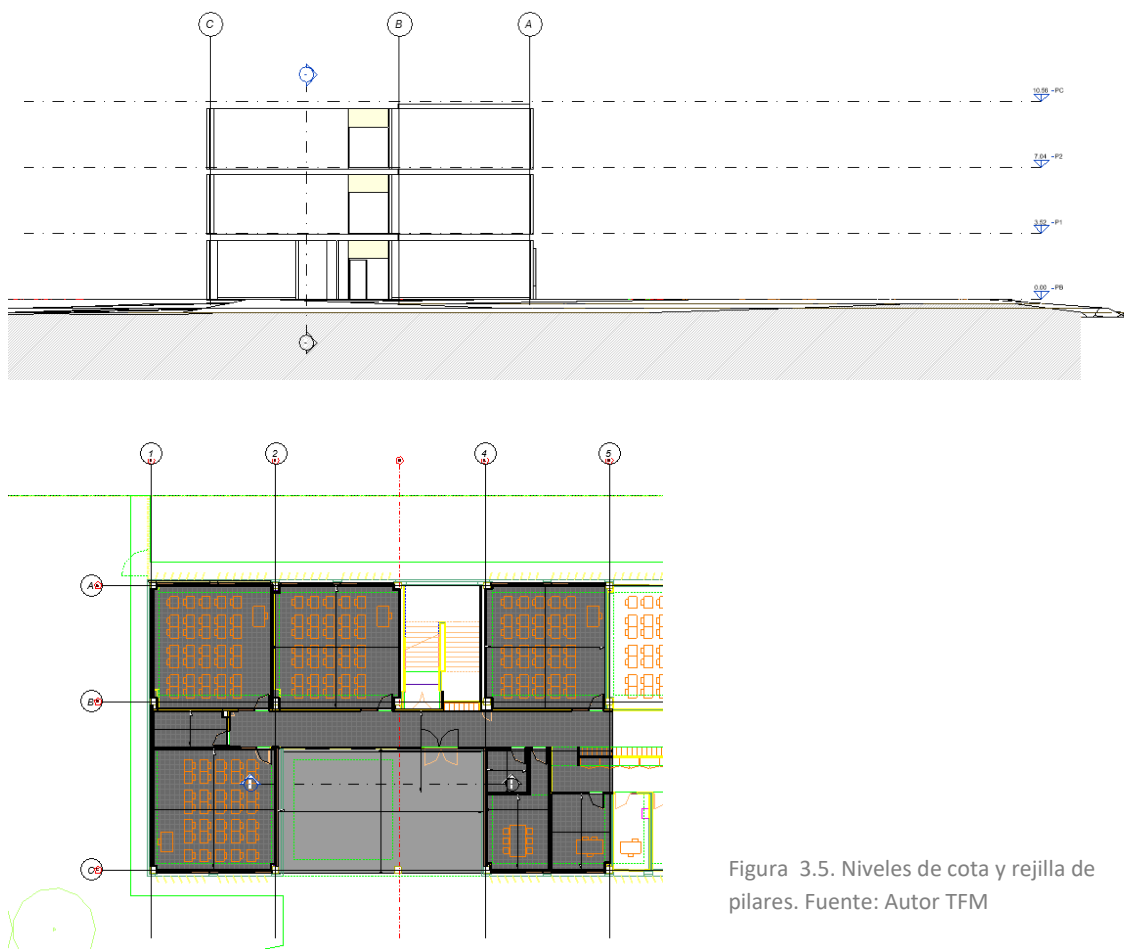


Figura 3.5. Niveles de cota y rejilla de pilares. Fuente: Autor TFM

1. Fuente: María Duran (BIM Manager del proyecto – Batlle i Roig Arquitectes) y Rafael Capdevila (Aparejador del proyecto -BCMB S.L.). Información y archivos Revit del instituto.

El modelado se realizó a utilizando como plantilla planos de CAD, debido a que el proyecto se inició en este soporte antes de realizar el cambio a BIM. Sobre estos planos de CAD se modelaron los elementos que componen el modelo, lo que es un ejemplo de que los programas de CAD no terminan con la llegada del BIM, sino que sigue siendo una parte esencial o bien de apoyo en esta metodología. En el caso de Revit, permite tanto importar un CAD al modelo (cargarlo en el archivo) o vincularlo (crear un vínculo a un archivo CAD externo). Este último sistema permite que si se introducen cambios en el CAD, se reflejen en el modelo, aunque al tratarse una plantilla, Revit no aplica las cambios al modelo.

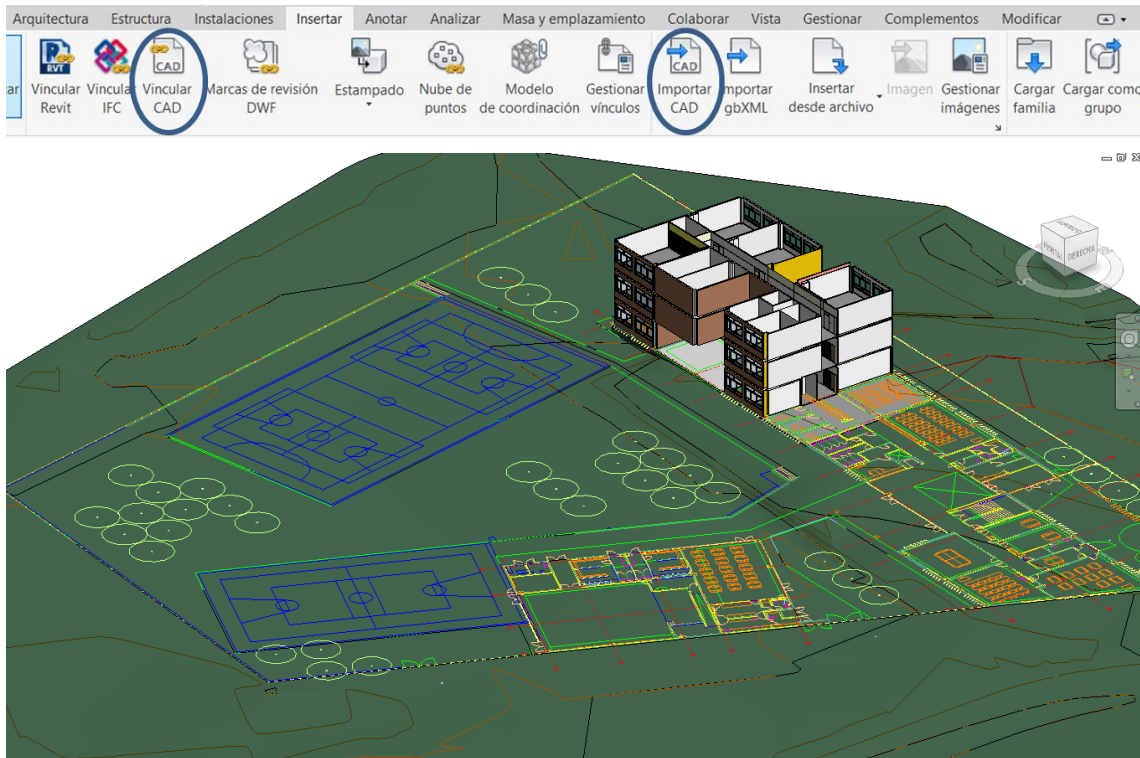


Figura 3.6. Imagen del modelo con el archivo de CAD importado. Fuente: Autor TFM

Además, Revit permite la importación de archivos de topografía para la generación de masas de suelo, pudiendo así generar un modelado del terreno al que se le pueden realizar los movimientos de tierras de forma virtual. En este caso, se importó un archivo de CAD con las líneas de cota del terreno a las cuales se les atribuyó su altura en el propio CAD.

Una vez definida la base del modelo, conviene comentar como se distribuyó éste según las disciplina. Para este proyecto, se crearon los siguientes **modelos de disciplina: Arquitectura, Estructura e Instalaciones.**

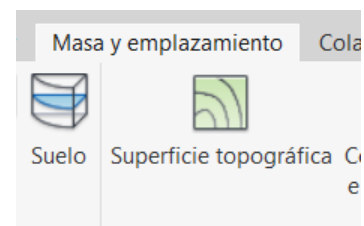


Figura 3.7. Imagen del modelo con el archivo de CAD importado. Fuente: Autor TFM

MODELO DE ARQUITECTURA

Este es el modelo en el que se incluyeron todos los elementos relacionados con la envolvente, divisiones, equipamientos, acabados, carpinterías, etc. Todo lo que no era estructura e instalaciones se modeló en el Modelo de Disciplina de Arquitectura.

Para el modelado de estos elementos, en primer lugar se desarrolló el modelo de estructura y **se vinculó** a este modelo, de modo que se disponían de los elementos estructurales para facilitar el modelado sin que éstos fueran modificables, ya que se encontraban en otro modelo específico. Trabajar de esta manera permite además que el modelo contenga menos datos y sea más ligero.

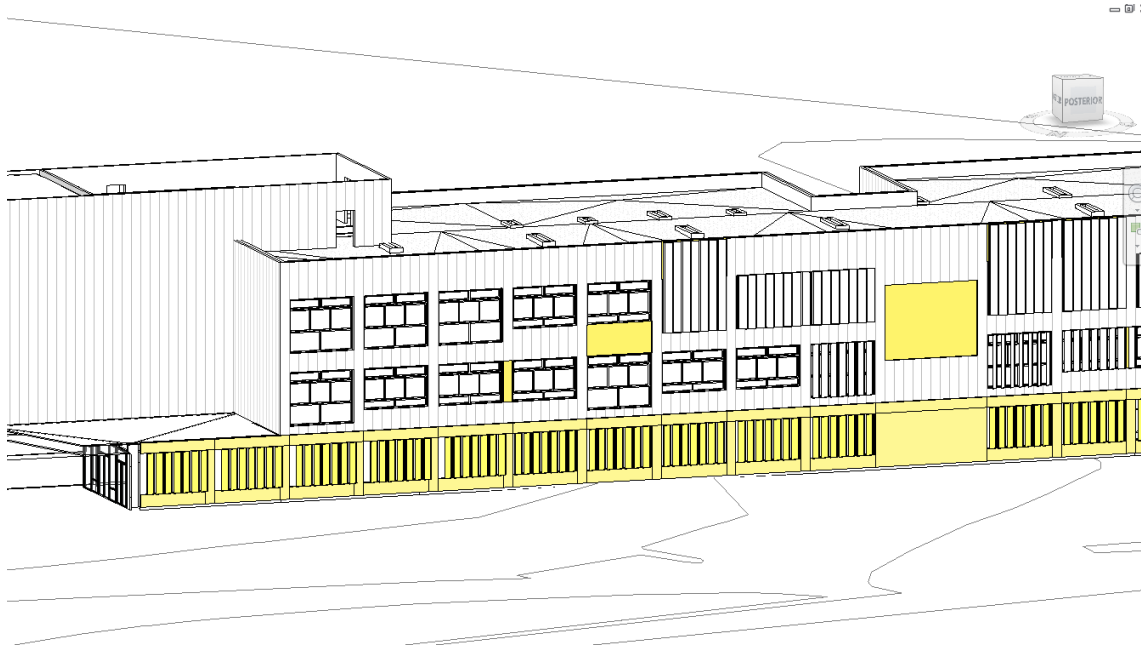


Figura 3.8. Vista 3D del modelo de arquitectura. Fuente: Autor TFM, modelo María Duran y Rafael Capdevila.

MODELO DE ESTRUCTURA

El modelo de estructura contenía los elementos de cimentación, pilares y losas alveolares que componían la estructura y las subestructuras metálicas que soportaban las carpinterías exteriores.

En el caso de los forjados, realizados mediante losa alveolar, se modeló cada una de las losas alveolares de forma individual, permitiendo después obtener tablas con cada una de ellas con información tal como dimensiones, cantidad, lugar, etc. Esto permite directamente enviar esta información al fabricante de forma precisa y fiable.

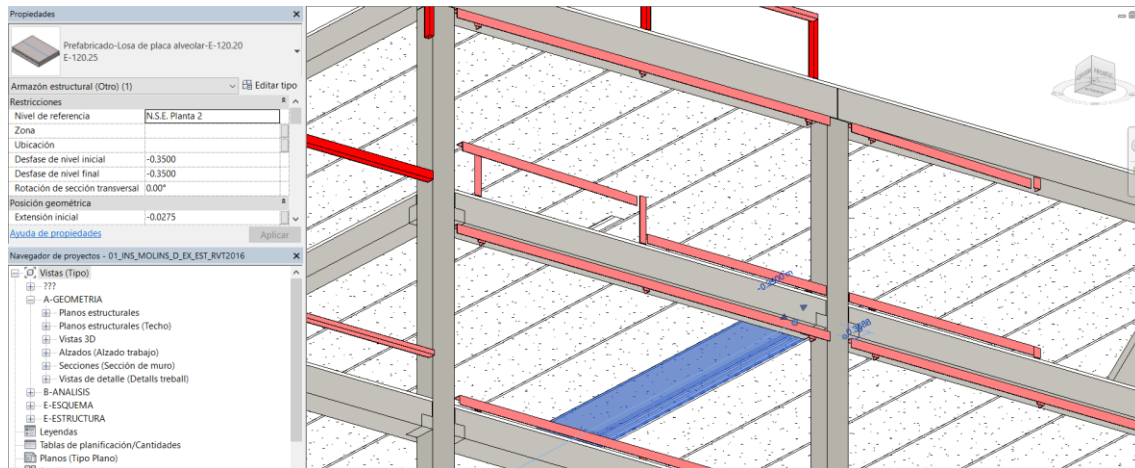


Figura 3.9. Modelo de estructura con una losa alveolar seleccionada. Fuente: Autor TFM, modelo María Duran y Rafael Capdevila.

En el caso de los pilares, también prefabricados, para el modelado de las ménsulas se utilizó un **componente** al que se le asignó como anfitrión el pilar correspondiente y, además, se le incorporaron parámetros de material, tipo de función, recubrimiento de armadura entre otros. Al tratarse de un pilar prefabricado, la elevada complejidad de generar un pilar con las ménsulas parametrizadas no suponía ninguna ventaja a nivel de gestión del proyecto, por lo que se eligió este método, que permite cuantificar el hormigón del pilar y que la ménsula se aprecie en el modelo.

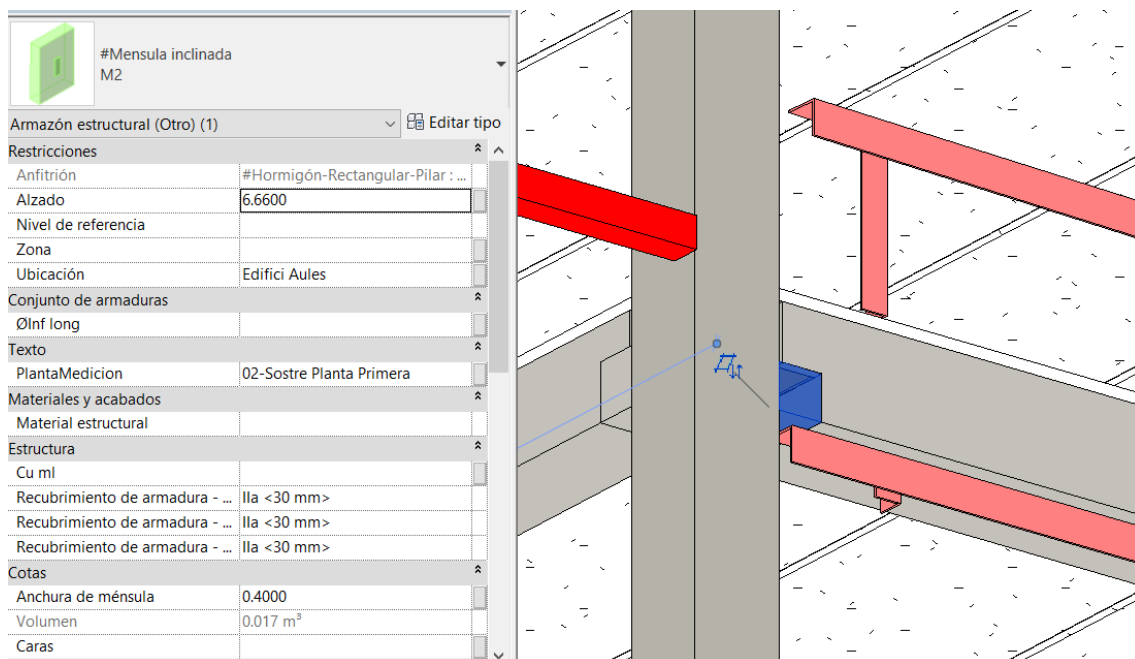


Figura 3.10. Modelo de estructura con una losa alveolar seleccionada. Fuente: Autor TFM, modelo María Duran y Rafael Capdevila.

MODELO DE INSTALACIONES

En el modelo de instalaciones, como su nombre indica, se modelaron todos los elementos de climatización, fontanería, electricidad, etc. En Revit es posible realizar el modelado de las instalaciones así como incorporar los modelos 3D del fabricante, en las que se encuentran parametrizadas las entradas y salidas de conexiones, orientación, etc.

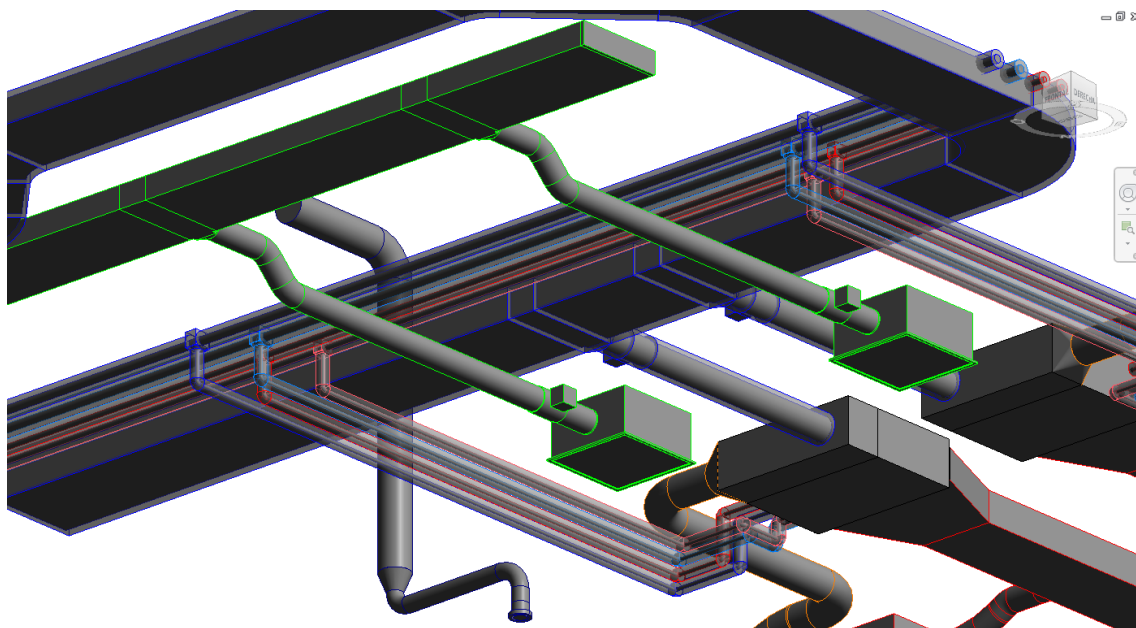


Figura 3.11. Imagen del modelo de instalación de clima. Fuente: Autor TFM, modelo María Duran y Rafael Capdevila.

Esto permitió obtener un modelo de instalación muy preciso, ya que se obtuvo una versión virtual fiel a la que se instalaría en el edificio y detectar posibles colisiones con otros elementos de la instalación.

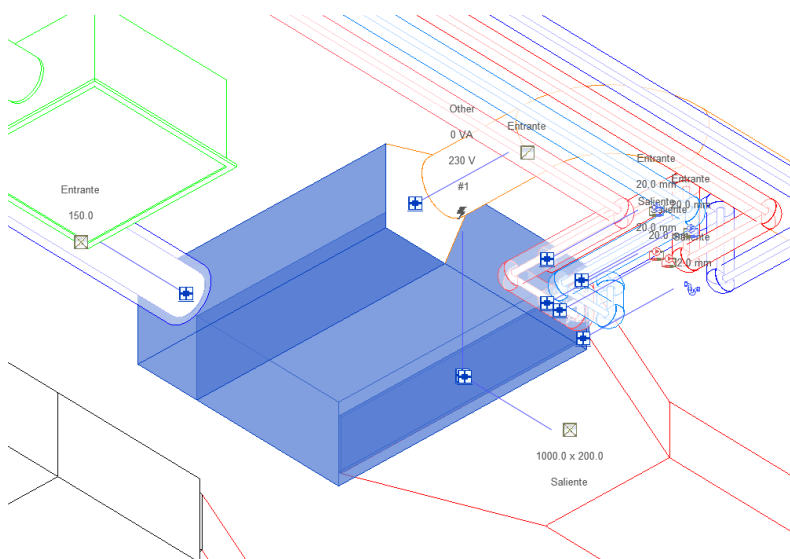


Figura 3.12. Imagen del modelo de instalación en que se aprecia una unidad de impulsión con sus entradas, salidas y conexiones parametrizadas. Fuente: Autor TFM, modelo María Duran y Rafael Capdevila.

3.2. COORDINACIÓN Y FEDERACIÓN DE LOS MODELOS DE DISCIPLINA. INFORMES DE COLISIONES.

Tras el modelado de los modelos de disciplina, el BIM Manager del proyecto procedió a realizar la coordinación de ellos en un único modelo de Revit, conocido como modelo de coordinación.

Con este modelo, se hicieron los análisis de colisiones mediante el software Navisworks. Como se ha comentado, es un programa que permite importar el modelo coordinado en formato IFC. Al exportar los archivos es posible que algunos parámetros no se vinculen o el programa destino no sepa interpretarlos, por lo que es importante que los elementos estén correctamente categorizados, ya que permite una correcta identificación del elemento en cualquier programa.

Esto permitió detectar la mayoría de incidencias e incongruencias del edificio en la fase de proyecto, lo que supuso una anticipación de errores que permitió una fase de obra con gran ausencia de ellos con el correspondiente ahorro en tiempo y sobrecostes que supone.

30	20		30.20	Envolvent horizontal superior
30	20	10	30.20.10	Cobertes
30	20	10 10	30.20.10.10	Cobertes in-situ
30	20	10 20	30.20.10.20	Cobertes Pre-fabricades
30	20	10 30	30.20.10.30	Sistemes especials de cobertes
30	20	10 40	30.20.10.40	Acabats de cobertes
30	20	10 50	30.20.10.50	Remats de cobertes
30	20	20	30.20.20	Fusteria de cobertes
30	20	20 10	30.20.20.10	Finestres de cobertes
30	20	20 20	30.20.20.20	Portes de cobertes
30	20	20 30	30.20.20.30	Proteccions solars de cobertes
30	20	20 40	30.20.20.40	Proteccions de seguretat de cobertes

Figura 3.13. Ejemplo sistema de clasificación de elementos de *Infraestructures*. Fuente: *Infraestructures.cat*

Al no disponer de los informes Navisworks originales del proyecto, se ha realizado un informe de colisiones utilizando los modelos disponibles facilitados por María Duran y Rafael Capdevila. El programa permite crear y exportar a Excel informes en los que se pueden incluir capturas de las colisiones detectadas e incorporar gráficos y escritos que permiten una mejor comprensión de la incidencia así como una propuesta de solución.

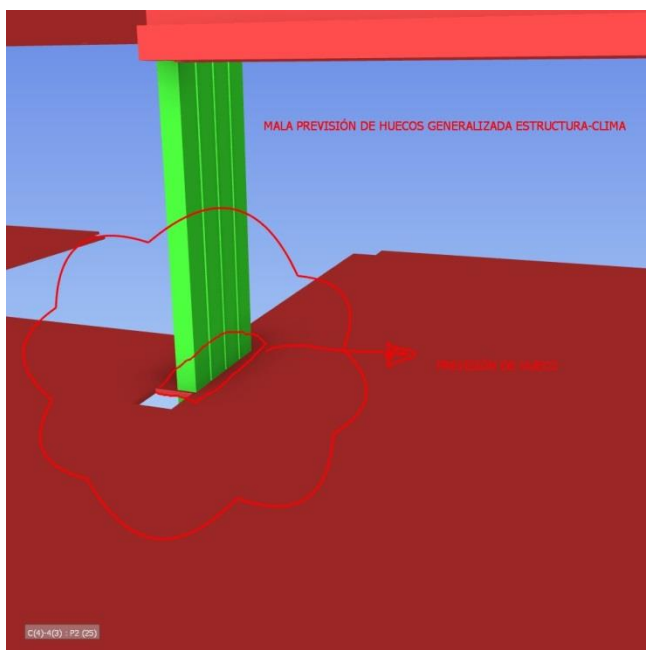


Figura 3.14. Imagen del informe estructura vs climatización realizado en Navisworks. Fuente: Autor TFM

3.3. OBTENCIÓN DE TABLAS Y MEDICIONES¹

El modelo BIM del edificio supone la base de datos central de éste. En el modelo se introducen datos en los elementos que lo componen, lo que permite una vez coordinado el modelo, obtener información fiable de este.

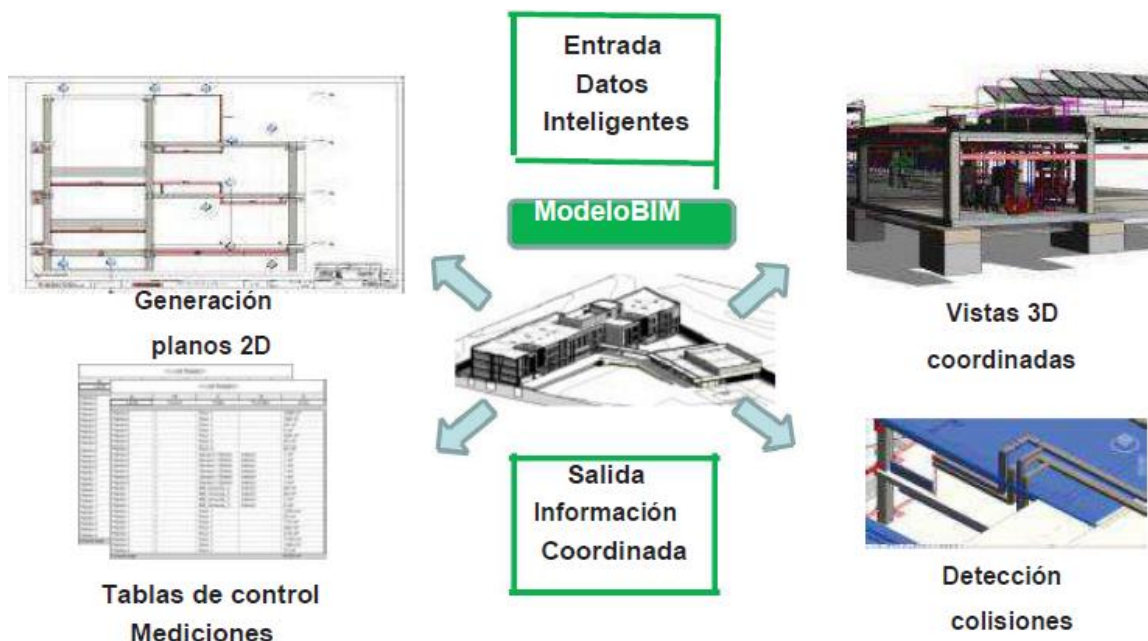


Figura 3.14. Esquema del proceso de trabajo BIM en el instituto. Fuente: Infraestructures.cat

Esta información se puede obtener en, como se ha comentado anteriormente, vistas 3D que permiten obtener una mejor comprensión global del edificio y detectar colisiones e incoherencias. Pero además se pueden obtener tanto planos fiables del proyecto, actualizados con las modificaciones realizadas en el proyecto, y tablas cuantitativas que permiten realizar unas mediciones precisas.

Tablas

A través de Revit se generaron automáticamente tablas cuantitativas sobre los diferentes elementos, superficies, dimensiones, etc. Estas tablas se actualizan constantemente a medida que se añaden o modifican elementos en el modelo, eliminando la posibilidad de trabajar con información desfasada.

Mediante los modelos disponibles, se han generado algunas tablas a modo de ejemplo que permiten exponer que tipo de información se puede extraer del modelo:

1. Planos obtenidos gracias a María Duran (BIM Manager del proyecto – Batlle i Roig Arquitectes) y Rafael Capdevila (Aparejador del proyecto -BCMB S.L.). Tablas generadas a partir de un modelo parcial del instituto generado por el autor del TFM a partir de la información obtenida de los mencionados.

1. Tabla de clasificación de muros:

<CLASIFICACIÓN MUROS>			
A	B	C	D
WT	Recuento	Área	Código de mont
Divisoria D01.Trasdosado.Semi.PYL 2.9	57	55.80 m²	40.10.10
Divisoria D02.Trasdosado.Auto.PYL 7.2	81	716.57 m²	40.10.10
Divisoria D03.Tabique.PYL 12.2	20	382.31 m²	40.10.10
Divisoria D04.Tabique.Doble.PYL 15.7	17	335.55 m²	40.10.10
Divisoria D05.Tabique.Ignifugo.PYL 9.8	14	202.14 m²	40.10.10
Divisoria D06.Tabique.Hidrófugo.1Cara.PYL 9.8	1	8.00 m²	
Divisoria D07.Tabique.Hidrófugo.2Caras.PYL 9.8	1	8.00 m²	
Divisoria D08.Tabique.Gero.14	1	8.00 m²	
Divisoria D09.Tabique.Doble.Hidrófugo.1Cara.PYL 15.7	1	8.00 m²	
Divisoria D10.Tabique.Hidrófugo.1Cara.PYL 12.2	1	8.00 m²	
Divisoria D12.Trasdosado.Auto.Hidrófugo.1Cara.PYL 7.2	1	8.00 m²	
Divisoria D13.Trasdosado.Semi.Hidrófugo.1Cara.PYL 2.9	1	8.00 m²	
Fachada.Acabado.FA01.MetálicaAmarilla.15.2	5	215.84 m²	30.10.10
Fachada.Acabado.FA01.MetálicaGris.15	6	393.44 m²	30.10.10
Fachada.Acabado.FA02.Composite.05	2	16.00 m²	30.10.10
Fachada.Portante.FP01.Gero.15	24	588.44 m²	30.10.10
Fachada.Portante.FP02.BloqueH.20	7	93.19 m²	30.10.10
Muro.cortina - vertical	1	38.85 m²	30.10.20
RI-CORCHO	6	9.58 m²	40.30.10
RI-DM	17	191.99 m²	40.30.10
RI-DM IGNIFUGO	11	31.36 m²	40.30.10
RI-Pintura Amarilla	52	205.47 m²	40.30.40
RI-Pintura Blanca	158	1174.85 m²	40.30.40
RI-PVC	18	140.84 m²	40.30.10
RI-Terrazo	158	32.03 m²	40.20.20

2. Tabla de clasificación de puertas:

<CLASIFICACIÓN PUERTAS>		
A	B	C
Tipo	Recuento	Código de mont
PI01.190x210	13	40.10.30
PI02.140x210	5	40.10.30
PI03.80 x 210 cm	5	40.10.30
PI04.270x210cm	1	40.10.30
PI05.210x0.60cm	1	40.10.30
PI06.2.10x0.30cm	3	40.10.30
Puerta de cristal abat	1	30.10.40

3. Tabla de clasificación de suelos:

<CLASIFICAR SUELOS>			
A	B	C	D
Tipo	Recuento	Área	Código de mont
Cubierta.C01.AcabadoGravas	1	435.85 m²	30.20.10
Pavimento.P01.Terrazo Clase1.8	27	1114.01 m²	40.20.20
Pavimento.P05.Hormigón.Fratasado.5	1	93.62 m²	40.20.20
Pavimento.P06.Felpudo+Recrecido.8	1	1.60 m²	40.20.20

4. Tabla de falsos techos:

<Tabla de Falsos Techos>		
A	B	C
Tipo	Área	Desfase de altu
FalsoTecho.FT01.LamasAluminio.3cm.intereje10		
FalsoTecho.	161.79 m²	2.7000
FalsoTecho.FT02.PlacasFibrasVegetales.60x120		
FalsoTecho.	743.87 m²	3.0000
FalsoTecho.FT04.PYL.Pintado		
FalsoTecho.	197.69 m²	3.0000
FalsoTecho.FT05.PYL.Hidrófugo.Pintado		
FalsoTecho.	91.44 m²	2.7000
FalsoTecho.FT06.Pintado.sobre.Hormigón		
FalsoTecho.	34.49 m²	3.1350

5. Tabla de habitaciones:

<Tabla de Habitaciones>				
A	B	C	D	E
Nivel	Nombre	Área	Volumen	Perímetro
PLANTA BAJA				
PLANTA BAJA	AA	19.59 m²	58.76 m³	21.87 m
PLANTA BAJA	ACO 1	52.96 m²	158.87 m³	29.17 m
PLANTA BAJA	BA 1B	53.24 m²	159.71 m³	29.29 m
PLANTA BAJA	BA 2A	55.48 m²	166.43 m³	29.97 m
PLANTA BAJA	BA 2B	52.65 m²	157.96 m³	29.13 m
PLANTA BAJA	DIR	16.01 m²	48.03 m³	16.17 m
PLANTA BAJA	MG 1	6.18 m²	18.53 m³	9.95 m
PLANTA BAJA	MG 3	9.35 m²	28.04 m³	13.26 m
PLANTA BAJA	PASILLO PB	62.55 m²	169.25 m³	58.87 m
PLANTA PRIMERA				
PLANTA PRIM	ADE 1	53.59 m²	160.78 m³	29.12 m
PLANTA PRIM	APL	53.74 m²	161.21 m³	29.38 m
PLANTA PRIM	DEP 3	24.72 m²	74.15 m³	21.32 m
PLANTA PRIM	DEP 4	25.28 m²	75.83 m³	21.48 m
PLANTA PRIM	ESO 1A	52.61 m²	157.84 m³	29.09 m
PLANTA PRIM	ESO 1B	55.48 m²	166.43 m³	29.97 m
PLANTA PRIM	ESO 1C	51.39 m²	154.18 m³	29.29 m
PLANTA PRIM	MG 4	9.41 m²	28.24 m³	13.23 m
PLANTA PRIM	PASILLO P1	59.86 m²	164.88 m³	55.03 m
PLANTA SEGUNDA				
PLANTA SEGU	ADE 2	53.59 m²	160.78 m³	29.12 m
PLANTA SEGU	AMU 1	53.74 m²	161.21 m³	29.38 m
PLANTA SEGU	AMU 2	51.28 m²	153.83 m³	28.74 m
PLANTA SEGU	ESO 3A	52.61 m²	157.84 m³	29.09 m
PLANTA SEGU	ESO 3B	55.48 m²	166.43 m³	29.97 m
PLANTA SEGU	ESO 3C	51.39 m²	154.18 m³	29.29 m
PLANTA SEGU	MG 8	9.41 m²	28.24 m³	13.23 m
PLANTA SEGU	PASILLO P2	59.62 m²	164.14 m³	54.96 m
Total : 26		1101.20 m²	3255.77 m³	739.37 m

6. Tabla de puertas:

<Tabla de puertas>	
A	B
Tipo	Recuento
PI01.190x210	13
PI02.140x210	5
PI03.80 x 210 cm	5
PI04. 270x210cm	1
PI05.210x0.60cm	1
PI06.2.10x0.30cm	3
Puerta de cristal abatible de 2 hojas en mu	1

7. Tabla de suelos por planta:

<Tabla de suelos>		
A	B	C
Nivel	Tipo	Área
PLANTA BAJA		
PLANTA BAJA	Pavimento.P01.Terrazo.Clase1.8	333.87 m²
PLANTA BAJA	Pavimento.P05.Hormigón.Fratasado.5	93.62 m²
PLANTA BAJA	Pavimento.P06.Felpudo+Recrecido.8	1.60 m²
PLANTA PRIMERA		
PLANTA PRIM	Pavimento.P01.Terrazo.Clase1.8	389.48 m²
PLANTA SEGUNDA		
PLANTA SEGU	Pavimento.P01.Terrazo.Clase1.8	390.66 m²
PLANTA CUBIERTA		
PLANTA CUBI	Cubierta.C01.AcabadoGravas	435.85 m²
Total general: 30		1645.08 m²

Por tanto, es posible obtener de forma sencilla tablas mediante Revit, a través de la correcta identificación y parametrización de los elementos, lo que supone una forma de obtener información y mediciones precisas del modelo fiable.

Planos 2D

A través del modelo, en Revit se pueden generar planos 2D del modelo que se actualizan constantemente con las modificaciones que se van introduciendo en el proyecto. Además debido a que Revit se organiza por vistas en las que es posible elegir que elementos, detalle e información sean visibles, se generan de forma casi automática planos tanto de distribución, de cotas, de clasificación de estancias, de instalaciones etc. Esto supuso una gran reducción de tiempo en la generación de planos y una garantía de que estos contenían todas las modificaciones realizadas en el modelo.

4. Conclusiones obtenidas de la prueba piloto.

Hemos visto por tanto las principales características del BIM en esta prueba piloto de *Infraestructures.cat*. El proyecto fue un éxito y supuso una práctica obligación de esta metodología para las licitaciones de este organismo, las cuales se han desarrollado más de 60 mediante BIM. A continuación expondremos las conclusiones obtenidas de esta prueba por parte de *Infraestructures.cat*¹, tanto las positivas como los inconvenientes y puntos a mejorar:

VENTAJAS

- Visualización del modelo como un objeto real permitiendo comprender mejor el proyecto.
- Anticipación en la toma de decisiones.
- Conocimiento del estado del proyecto en tiempo real, gracias a que el modelo se actualiza automáticamente.
- Mejora en la coordinación entre todos los agentes, trabajando en un entorno colaborativo con un flujo de información coordinada.
- Mejora en el análisis del proceso de ejecución de la obra permitiendo detectar con antelación los errores y colisiones.
- Obtención de datos estadísticos a través de la información introducida en el modelo.
- Optimización de la eficiencia energética gracias a los complementos de análisis.
- Transversalidad del proceso.

A MEJORAR:

- Adaptación de los entregables y adaptar éstos al potencial del 3D.
- Dificultad para la implementación de la metodología y programas.

1. Fuente: *Infraestructures.ca*, PRUEBA PILOTO BIM EN FASE DE OBRA. IES MOLINS DE REI. 18 de febr. de 2015

CONCLUSIONES

A lo largo de este TFM, se han ido cumpliendo los objetivos propuestos y podemos realizar una visión general de cómo se encuentra en BIM en nuestro país, como lo implementan las administraciones públicas y más en detalle *Infraestructures.cat* y como la primera prueba piloto de esta administración con esta metodología ha supuesto un éxito.

En cuanto al proceso constructivo tradicional:

- Presenta una ausencia de innovación y avances tecnológicos, siendo además uno de los motores de la economía.
- El proceso constructivo y el producto resultante son sumamente complejos y presentan una total falta de digitalización, lo que significa pocas garantías de fiabilidad en la documentación.
- Diseminación de mucha información entre varios agentes que luego retorna sin un sistema de gestión de ésta que facilite su coordinación.
- Proceso de licitación de la obra en el que el constructor no participa en el desarrollo del proyecto.

La metodología BIM supone un gran avance y una mejora en el proceso constructivo ya que:

- Se pasa en un modelo 3D paramétrico como base datos, que contiene toda la información del proyecto en un solo lugar.
- Este modelo permite extraer gran cantidad de información con un alto grado de fiabilidad.
- Permite trabajar en un entorno colaborativo con garantías de coordinación de toda información entre agentes.
- Las administraciones del estado han iniciado la hoja de ruta para la implantación del BIM en todas las obras con financiación pública, lo que supone un avance para todo el proceso de las obras públicas en cuanto a calidad, fiabilidad y optimización de recursos públicos. En particular, *Infraestructures.cat* lleva implantando esta metodología desde 2013 con antelación incluso a la directiva Europa recomendando su uso y por tanto se posiciona como una de las administraciones más avanzadas en este aspecto, habiendo elaborado guías y manuales sobre esta metodología.

Aun así, se observan puntos a mejorar tales como:

- Requiere una gran adaptación, no solo en comprensión del software sino en la metodología y proceso constructivo en sí, lo que implica un gran cambio de mentalidad para todos los agentes.
- La administración no tiene contemplado alternativas al proceso de licitación de la obra que permita aprovechar todo el potencial del BIM.
- Existe una falta de implantación por parte de las constructoras que puede frenar todo el proceso, y requiere de una mayor presión por parte de las administraciones.

La prueba piloto Institut Lluís De Requesens De Molins De Rei de *Infraestructures.cat* supuso un éxito y un punto de partida para esta administración debido a:

- Presentaba unos objetivos básicos y realizadas, consistentes en la comprensión de este método y ver las ventajas en cuanto a visualización, coordinación, gestión de

modificaciones y flujo de información que se presuponen en el BIM, siendo un éxito en estos aspectos.

- Gracias al modelo 3D se ha conseguido una gran comprensión del proyecto por parte de todos los agentes, una elevada fiabilidad de éste anticipando la mayoría de incidencias en la fase de proyecto y obteniendo gran cantidad de información del modelo para elaborar la documentación de forma fiable.

Al disponer de los modelos Revit del Instituto así como información digital y de planos, se ha tenido la ocasión de, mediante el Revit, experimentar de primera mano estas ventajas expuestas por el BIM:

- Realizando un pequeño modelado 3D del instituto a modos experimental, se han podido obtener tablas cuantitativas que permiten obtener datos de superficies por usos, superficies de tipos de suelo, etc. En general, mediciones precisas en base al modelo que se actualizan con cada modificación.
- Se ha podido realizar mediante Navisworks un estudio de colisiones e informes de en las que se visualizaba de forma sencilla la incidencia detectada así como la propuesta de solución.

BIBLIOGRAFIA

- Ana María Martínez Torres. BIM Y LAS REPERCUSIONES EN LA CALIDAD DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS: Análisis sobre la influencia de esta metodología en las etapas del proceso constructivo. Trabajo de Fin de Máster. UPC. Barcelona, España. Octubre 2015.
- Eloi Coloma Picó. TECNOLOGIA BIM PER AL DISSENY ARQUITECTÒNIC. Tesis Doctoral. UPC. Barcelona, España. Octubre 2010.
- Infraestructures de la Generalitat de Catalunya. GUIA BIM PER LA GESTIÓ DE PROJECTES I OBRES.
- Infraestructures de la Generalitat de Catalunya. SISTEMA DE CLASSIFICACIÓ BIM D'ELEMENTS PER FUNCIÓ.
- Infraestructures de la Generalitat de Catalunya. MANUAL BIM PER A LA GESTIÓ DE PROJECTES I OBRES.
- BATLLE I ROIG Arquitectes. PROJECTE EXECUTIU: INA-12903 NOU INSTITUT LLUÍS DE REQUESENS DE MOLINS DE REI.
- BATLLE I ROIG Arquitectes. PLEC DE CONDICIONS: INA-12903 NOU INSTITUT LLUÍS DE REQUESENS DE MOLINS DE REI.
- BATLLE I ROIG Arquitectes. BIM Execution Plan: INA-12903 NOU INSTITUT LLUÍS DE REQUESENS DE MOLINS DE REI.
- Carla Monfort Pitarch. IMPACTO DEL BIM EN LA GESTIÓN DEL PROYECTO Y LA OBRA DE ARQUITECTURA. Trabajo Final de Grado. UPV. Valencia, España. Curso 2014/2015.
- DIRECTIVA 2014/24/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 26 de febrero de 2014 sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE.
- AENOR. ESTÁNDARES EN APOYO DEL BIM. Informes de Normalización.
- Javier Alonso Madrid. Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. Revista Building Smart. (https://escuelaedificacion.org/images/zoo/uploads/PDF/PRESENCIALES/MBIM/Revista_Building_Smart_JAM_Art.pdf)
- Infraestructures de la Generalitat de Catalunya. SEPARATA AL PLEC DE BASES DE LA LICITACIÓ PER A L'ADJUDICACIÓ DEL CONTRACTE DE SERVEIS PER A L'ASSISTÈNCIA TÈCNICA PER A LA REDACCIÓ DEL PROJECTE: "NOVA CONSTRUCCIÓ DE L'INSTITUT LLUÍS DE REQUESENS, DE MOLINS DE REI" CLAU: INA-12903
- CAMBRA OFICIAL CONTRACTISTES OBRES CATALUNYA. Circular 03/15. OBRAS DE INFRAESTRUCTURES.CAT CON METODOLOGÍA BIM. Circular informativa del 18 de febrero de 2015.
- Infraestructures de la Generalitat de Catalunya. PRUEBA PILOTO BIM EN FASE DE OBRA IES MOLINS DE REI 18 de febr. de 2015. Presentación.
- buildingSMART Spanish Chapter. OBSERVATORIO DE PROYECTOS BIM. Informe 2017.

WEBGRAFIA

- Consulta Building Smart: <https://www.buildingsmart.es/observatorio-bim/estudios/>
- Obligatoriedad del BIM en España: <https://www.cice.es/noticia/landing-blog/bim-obligatorio-espana-2018/>
- Obligatoriedad del BIM en España: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/890822/bim-sera-obligatorio-en-obras-publicas-de-espana-este-2018>
- Obligatoriedad del BIM en España: <https://bimchannel.net/obligatoriedad-potestativa-para-la-exigencia-del-uso-de-bim-en-obras-publicas-espanolas/>
- Implementación del BIM en las constructoras: <http://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/8931787/02/18/El-85-de-las-constructoras-aun-no-usa-BIM-en-sus-obras.html>
- <https://www.pbprojectia.es/bim-la-implantacion-en-las-empresas-constructoras/>
- <https://www.obrasurbanas.es/edificacion-publicos-bim-2018/>
- https://www.construmatica.com/construpedia/Proceso_Constructivo_en_la_Cooperaci%C3%B3n_para_el_Development
- Artículo sobre la digitalización del sector: <http://www.expansion.com/empresas/inmobiliario/2018/07/17/5b4cf77de5fdea603f8b471e.html>
- Datos económicos sector de la construcción: https://www.elconfidencial.com/economia/2018-03-01/inversion-industrial-maximos-historicos-pib_1529140/
- Definición proceso constructivo: https://www.construmatica.com/construpedia/Proceso_Constructivo_en_la_Cooperaci%C3%B3n_para_el_Development
- Agentes intervinientes en el proceso constructivo: <https://www.cristinabeltranarquitectos.com/single-post/2011/09/28/%C2%BFQui%C3%A9n-interviene-en-la-construcci%C3%B3n-de-una-vivienda-o-un-edificio>
- Definición construction manager: <https://treball.barcelonactiva.cat/porta22/es/fitxes/C/fitxa5353/construction-manager.do>
- Niveles de desarrollo: <https://editeca.com/lod-nivel-de-desarrollo/>
- Curva de MAcLeamy: <https://aecmag.com/technology-mainmenu-35/564-executive-guide-to-BIM-part-2>
- Consulta BIM Ministerio de Fomento: <https://www.esbim.es/casos-de-exito/>

ANEJOS

ANEJOS

ANEJO Nº1. ÍNDICE DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM DE REFERENCIA (*INFRAESTRUCTURES.CAT*)



INDEX DEL PLA D'EXECUCIO BIM

1	INFORMACIÓ GENERAL DEL CONTRACTE
1.1	DADES GENERALS DEL CONTRACTE.....
1.2	AGENTS IMPLICATS EN EL CONTRACTE
1.3	ANTECEDENTS I DESCRIPCIÓ DEL CONTRACTE
2	OBJECTIUS DEL CONTRACTE
2.1	OBJECTIUS GENERALS DEL CONTRACTE
2.2	USOS BIM ASSOCIATS ALS OBJECTIUS DEL CONTRACTE.....
3	PROCÉS GENERAL DE DESENVOLUPAMENT DEL CONTRACTE
3.1	ACTIVITATS BASADES EN EL MODEL.....
3.2	FITES PRINCIPALS DEL CONTRACTE
4	DEFINICIÓ DELS USOS BIM A IMPLEMENTAR
5	ESTRUCTURACIÓ DE LA INFORMACIÓ DELS MODELS
5.1	ORGANITZACIÓ DEL MODEL
5.2	COORDENADES DE REFERÈNCIA.....
5.3	DEFINICIÓ DELS NIVELLS DEL MODEL
5.4	DEFINICIÓ DELS ELEMENTS DEL MODEL.....
5.5	IDENTIFICACIÓ DELS ELEMENTS
5.6	ESTRUCTURA JERÀRQUICA INTERNA DELS ARXIVS
6	GESTIÓ DE LA INFORMACIÓ I EL SEU INTCANVI.....
6.1	MARC DE TREBALL COL-LABORATIU
6.2	ETAPES DEL PROCÉS DE GESTIÓ DE LA INFORMACIÓ COMPARTIDA.....
6.3	CALENDARI D'INTERCANVI D'INFORMACIÓ
6.4	NOMENCLATURA D'ARXIVS.....
6.5	REUNIONS DE COORDINACIÓ
7	ASSEGURAMENT DE LA QUALITAT DE LA INFORAMCIÓ

ANEJO Nº2. USOS BIM BÁSICOS (INFRAESTRUCTURES.CAT)



USOS BIM BÀSICS

	US	DEFINICIÓ
BÀSIC	Disseny 3D	Generació de model virtual definint les característiques geomètriques i els paràmetres adequats per a la funcionalitat de l'edifici, complint les condicions de satisfacció establertes pel client
1	Disseny de detall 3D	Ús del model per a la generació, anàlisi i extracció dels detalls 3D i tota la seva informació, incloent vistes híbrides 2D-3D amb anotacions (llegendes)
2	Visualització 3D	Ús del model generat amb el propòsit de comunicar les qualitats visuals, espacials o funcionals a través de vistes 3D, renders, passejos virtuals, escenografies i holografies
3	Programa Funcional	Ús del model per analitzar els compliment dels requeriments espacials del client
4	Documentació 2D	Ús del model per extreure Plànols 2D de models BIM rics en informació. La Documentació 2D inclou normalment plantes, seccions, alçats i detalls 2D.
5	Coordinació 3D	Ús del model per a coordinar la ubicació dels elements tenint en compte els seus requeriments espacials, tan funcionals com a normatius i d'accessibilitat per al seu manteniment posterior
6	Gestió de col·lisions	Ús del model per a coordinar diferents disciplines i identificar i/o resoldre possibles col·lisions entre elements virtuals abans de realitzar la construcció real o fabricació
7	Quantificació	Ús del model per calcular la quantitat d'elements i materials que hi ha en un edifici o zona concreta del mateix
8	Selecció i especificació	Ús del model per identificar, seleccionar, especificar o prescriure elements/materials
9	Constructibilitat	Ús del model per visualitzar i revisar els processos i mètodes constructius amb el propòsit d'identificar obstacles potencials, defectes de disseny, retards de programa o sobre costos
10	Anàlisi d'Operacions de Construcció	Ús de models 3D per visualitzar i analitzar el procés de construcció: distribució de lots, planificació basada en zones, vinculació d'activitats de construcció amb components del model i recursos, etc.
11	Gestió de registres	Ús del model per a la revisió, consulta o arxiu de documents/informació associada a elements i espais
12	Representació d'obra executada	Ús de model per a la recopilació, arxiu i consulta de documents/informació associada a les dimensions i característiques de l'obra executada

ANEJO Nº3. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS GUBIMCLASS

SISTEMA DE CLASSIFICACIÓ D'ELEMENTS				
Nivell 1	Nivell 2	Nivell 3	Nivell 4	Codi Complet
00				00
Treballs previs i replanteig general				
00	10			00.10
Elements auxiliars de replanteig del model				
00	10	10		00.10.10
Origen de coordenades				
00	10	20		00.10.20
Elements d'alineació de model				
00	10	30		00.10.30
Eixos				
00	10	40		00.10.40
Nivells				
00	20			00.20
Preexistències				
00	20	10		00.20.10
Edificacions colindants preexistents				
00	20	20		00.20.20
Elements d'entorn urbà preexistent				
00	20	30		00.20.30
Serveis urbans preexistents				
00	30			00.30
Assaigs previs				
00	30	10		00.30.10
Assaig al terreny				
00	30	10	10	00.30.10.10
Sondeig				
00	30	10	20	00.30.10.20
Penetròmetre				
00	30	10	30	00.30.10.30
Piezòmetre				
00	30	20		00.30.20
Assaig d'elements estructurals				
00	30	20	10	00.30.20.10
Assaig sobre element de formigó				
00	30	20	20	00.30.20.20
Assaig sobre estructura d'acer				
00	30	20	30	00.30.20.30
Assaig sobre estructura de fàbrica				
10				10
Adequació del terreny i sustentació de l'edifici				
10	10			10.10
Actuacions per reduir i controlar les afectacions a edificis veïns, serveis i altres elements				
10	10	10		10.10.10
Apuntaments i estrebades				
10	10	10	10	10.10.10.10
Puntals metàl·lics				
10	10	10	20	10.10.10.20
Ancoratges temporals				
10	10	20		10.10.20
Altres actuacions per a controlar afectacions				
10	20			10.20
Moviment de terres				
10	20	10		10.20.10
Topografia				
10	20	20		10.20.20
Excavacions				
10	20	20	10	10.20.20.10
Excavació general				
10	20	20	20	10.20.20.20
Excavació de fonamentació				
10	20	30		10.20.30
Reblerts				
10	20	30	10	10.20.30.10
Terraplenat				
10	20	30	20	10.20.30.20
Millora del terreny				
10	20	30	30	10.20.30.30
Reblert trasdos del mur				
10	30			10.30
Esgotament del nivell freàtic				
10	30	10		10.30.10
Elements generals d'esgotament del nivell freàtic				
10	30	10	10	10.30.10.10
Decantador				
10	30	10	20	10.30.10.20
Tuberia per a esgotaments				
10	30	10	30	10.30.10.30
Comptador per a esgotaments				
10	30	20		10.30.20
Esgotament amb sistema de bombeig				
10	30	20	10	10.30.20.10
Pou de bombeig				
10	30	30		10.30.30
Esgotament amb sistema Wellpoint				
10	30	30	10	10.30.30.10
Llança de succió				
20				20
Sistema estructural				
20	10			20.10
Fonaments i contenció de terres				
20	10	10		20.10.10
Elements superficials				
20	10	10	10	20.10.10.10
Traves				
20	10	10	20	20.10.10.20
Sabates				
20	10	10	30	20.10.10.30
Enceps				
20	10	10	40	20.10.10.40
Lloses de fonamentació				
20	10	10	50	20.10.10.50
Formigó de neteja				
20	10	10	60	20.10.10.60
Pous de fonamentació				
20	10	20		20.10.20
Elements profunds				
20	10	20	20	20.10.20.20
Pantalles de fonamentació				
20	10	20	30	20.10.20.30
Pilons de fonamentació				
20	10	20	40	20.10.20.40
Micropilons				
20	10	20	50	20.10.20.50
Jet-grouting				
20	10	30		20.10.30
Elements de contenció				
20	10	30	10	20.10.30.10
Murs de contenció				
20	10	30	15	20.10.30.15
Mur gunitat				
20	10	30	20	20.10.30.20
Pantalles de contenció				
20	10	30	30	20.10.30.30
Pilons de contenció				
20	10	30	40	20.10.30.40
Murs de micropilons				
20	10	30	50	20.10.30.50
Murs de jet-grouting				
20	10	30	60	20.10.30.60
Murs de palplanxes				
20	10	30	70	20.10.30.70
Sistemes d'ancoratge i apuntament d'elements de contenció definitius				
20	10	40		20.10.40
Bases				
20	10	40	10	20.10.40.10
Soleres				
20	10	40	20	20.10.40.20
Rampes				
20	10	40	30	20.10.40.30
Subbases				
20	20			20.20
Estructura				
20	20	10		20.20.10
Estructura vertical				
20	20	10	10	20.20.10.10
Pilars				
20	20	10	20	20.20.10.20
Ménsules				
20	20	10	30	20.20.10.30
Murs estructurals				
20	20	10	40	20.20.10.40
Escales d'estructura				

SISTEMA DE CLASSIFICACIÓ D'ELEMENTS					
20	20	10	50	20.20.10.50	Rampes d'estructura
20	20	10	60	20.20.10.60	Tensors verticals
20	20	20		20.20.20	Estructura horitzontal
20	20	20	10	20.20.20.10	Forjats
20	20	20	20	20.20.20.20	Jàsseres
20	20	20	30	20.20.20.30	Encavallades
20	20	20	40	20.20.20.40	Biguetes
20	20	20	50	20.20.20.50	Tensors horitzontals
20	20	30		20.20.30	Estructura tridimensional
20	20	30	10	20.20.30.10	Volta
20	20	30	20	20.20.30.20	Arc
20	20	30	30	20.20.30.30	Cúpula
20	20	30	40	20.20.30.40	Malla espacial
30				30	Sistemes d'envolvent i d'acabats exteriors
30	10			30.10	Envolvent vertical
30	10	10		30.10.10	Façanes
30	10	10	10	30.10.10.10	Façanes in situ
30	10	10	20	30.10.10.20	Façanes prefabricades
30	10	10	30	30.10.10.30	Sistemes especials de façanes
30	10	10	40	30.10.10.40	Acabats de façanes
30	10	10	50	30.10.10.50	Remats de façanes
30	10	20		30.10.20	Fusteria de façana
30	10	20	10	30.10.20.10	Finestres de façanes
30	10	20	20	30.10.20.20	Portes de façanes
30	10	20	30	30.10.20.30	Proteccions solars de façanes
30	10	20	40	30.10.20.40	Proteccions de seguretat de façanes
30	20			30.20	Envolvent horitzontal superior
30	20	10		30.20.10	Cobertes
30	20	10	10	30.20.10.10	Cobertes in-situ
30	20	10	20	30.20.10.20	Cobertes Pre-fabricades
30	20	10	30	30.20.10.30	Sistemes especials de cobertes
30	20	10	40	30.20.10.40	Acabats de cobertes
30	20	10	50	30.20.10.50	Remats de cobertes
30	20	20		30.20.20	Fusteria de cobertes
30	20	20	10	30.20.20.10	Finestres de cobertes
30	20	20	20	30.20.20.20	Portes de cobertes
30	20	20	30	30.20.20.30	Proteccions solars de cobertes
30	20	20	40	30.20.20.40	Proteccions de seguretat de cobertes
30	30			30.30	Envolvent horitzontal inferior
30	30	10		30.30.10	Compartimentació exterior Horitzontal
30	30	10	10	30.30.10.10	Falsos sostres exteriors
30	30	10	20	30.30.10.20	Remats compartimentació exterior horitzontal
30	30	20		30.30.20	Acabats envolvent horitzontal inferior
30	30	20	10	30.30.20.10	Revestiments continus d'envolvent inferior
30	30	20	20	30.30.20.20	Remats envolvent inferior
30	40			30.40	Escales i rampes exteriors
30	40	10		30.40.10	Esglaonament exterior
30	40	10	10	30.40.10.10	Graons exteriors
30	40	10	20	30.40.10.20	Recrescut de graons exteriors
30	40	20		30.40.20	Acabats d'esglaonament i rampes exteriors
30	40	20	10	30.40.20.10	Acabat de tram exterior
30	40	20	20	30.40.20.20	Acabat de replà exterior
40				40	Sistemes de compartimentació i d'acabats interiors
40	10			40.10	Compartimentació i acabats interiors verticals
40	10	10		40.10.10	Compartimentació interior vertical
40	10	10	10	40.10.10.10	Envans
40	10	10	20	40.10.10.20	Mampares
40	10	10	30	40.10.10.30	Extradossats
40	10	10	40	40.10.10.40	Fusteria interior
40	10	10	50	40.10.10.50	Proteccions interiors
40	10	20		40.10.20	Acabats interiors verticals
40	10	20	10	40.10.20.10	Revestiments discontinus
40	10	20	20	40.10.20.20	Revestiments continus
40	10	20	30	40.10.20.30	Remats interiors
40	10	20	40	40.10.20.40	Pintures i vinils
40	20			40.20	Compartimentació i acabats interiors horitzontals
40	20	10		40.20.10	Compartimentació interior horitzontal
40	20	10	10	40.20.10.10	Falsos sostres interiors
40	20	10	20	40.20.10.20	Terres tècnics
40	20	10	30	40.20.10.30	Recrescuts
40	20	20		40.20.20	Acabats interiors horitzontals
40	20	20	10	40.20.20.10	Revestiments sostres
40	20	20	20	40.20.20.20	Paviments
40	30			40.30	Escales i rampes interiors
40	30	10		40.30.10	Esglaonament interior
40	30	10	10	40.30.10.10	Graons interiors
40	30	10	20	40.30.10.20	Recrescut de graons interiors
40	30	20		40.30.20	Acabats d'esglaonament i rampes interiors
40	30	20	10	40.30.20.10	Acabat de tram interior

SISTEMA DE CLASSIFICACIÓ D'ELEMENTS					
40	30	20	20	40.30.20.20	Acabat de replà interior
40	40			40.40	Elements especials d'acabats interiors
40	40	10		40.40.10	Elements de senyalització
40	40	10	10	40.40.10.10	Senyalització de sostre
40	40	10	20	40.40.10.20	Senyalització mural
40	40	10	30	40.40.10.30	Senyalització de terres
40	40	20		40.40.20	Altres elements especials d'acabats interiors
50				50	Sistemes de condicionaments, instal·lacions i serveis
50	10			50.10	Fontaneria
50	10	10		50.10.10	Equips principals de fontaneria
50	10	10	10	50.10.10.10	Equips de mesura i control de fontaneria
50	10	10	20	50.10.10.20	Grups de pressió de fontaneria
50	10	10	30	50.10.10.30	Dipòsits, acumuladors i escalfadors
50	10	20		50.10.20	Xarxa de distribució de fontaneria
50	10	20	10	50.10.20.10	Vàlvules i instruments de mesura i control de fluxe de fontaneria
50	10	20	20	50.10.20.20	Dispositius de fontaneria
50	10	20	30	50.10.20.30	Canalitzacions d'aigua sanitària
50	10	20	40	50.10.20.40	Canalitzacions d'aigua tractada
50	10	20	50	50.10.20.50	Arquetes i pous de fontaneria
50	10	20	60	50.10.20.60	Terminals de fontaneria
50	20			50.20	Evacuació d'aigües
50	20	10		50.20.10	Equips principals d'evacuació d'aigües
50	20	10	10	50.20.10.10	Equips de mesura i control d'evacuació d'aigües
50	20	10	20	50.20.10.20	Grups de pressió d'evacuació d'aigües
50	20	10	30	50.20.10.30	Dipòsits d'evacuació d'aigües
50	20	10	40	50.20.10.40	Dispositius d'evacuació d'aigües
50	20	20		50.20.20	Xarxa de recollida
50	20	20	10	50.20.20.10	Canalitzacions d'aigües pluvials
50	20	20	20	50.20.20.20	Canalitzacions d'aigües residuals
50	20	20	30	50.20.20.30	Canalitzacions d'aigües grises
50	20	20	40	50.20.20.40	Canalitzacions per a ventilació sanejament
50	20	20	50	50.20.20.50	Arquetes i pous d'evacuació d'aigües
50	20	20	60	50.20.20.60	Terminals de drenatge
50	30			50.30	Instal·lacions tèrmiques i de ventilació
50	30	10		50.30.10	Equips de producció d'instal·lacions tèrmiques
50	30	10	10	50.30.10.10	Torres de refrigeració
50	30	10	20	50.30.10.20	Unitats exteriors d'instal·lacions tèrmiques
50	30	10	30	50.30.10.30	Unitats interiors d'instal·lacions tèrmiques
50	30	10	40	50.30.10.40	Calderes
50	30	10	50	50.30.10.50	Termoacumuladors
50	30	10	60	50.30.10.60	Geotèrmia
50	30	10	70	50.30.10.70	Captadors solars tèrmics
50	30	10	80	50.30.10.80	Ventiladors
50	30	10	90	50.30.10.90	Recuperadors
50	30	20		50.30.20	Equips secundaris d'instal·lacions tèrmiques
50	30	20	10	50.30.20.10	Equips de bombeig d'instal·lacions tèrmiques
50	30	20	20	50.30.20.20	Silenciadors
50	30	20	30	50.30.20.30	Comportes
50	30	20	40	50.30.20.40	Reguladors
50	30	20	50	50.30.20.50	Condensadors
50	30	20	60	50.30.20.60	Vàlvules i instruments de mesura i control de fluxe de climatització
50	30	30		50.30.30	Circuits de distribució de fluids fred/calor
50	30	30	10	50.30.30.10	Línies frigorífiques
50	30	30	20	50.30.30.20	Línies hidràuliques
50	30	40		50.30.40	Conductes de distribució d'aire
50	30	40	10	50.30.40.10	Aportació de aire primari
50	30	40	20	50.30.40.20	Extracció de aire primari
50	30	40	30	50.30.40.30	Impulsió de aire tractat
50	30	40	40	50.30.40.40	Retorn de aire tractat
50	30	40	50	50.30.40.50	Extracció de fums
50	30	50		50.30.50	Terminals i difusors
50	30	50	10	50.30.50.10	Radiadors
50	30	50	20	50.30.50.20	Difusors
50	30	50	30	50.30.50.30	Terra radiant
50	30	50	40	50.30.50.40	Forjats radiants
50	30	50	50	50.30.50.50	Reixetes
50	30	60		50.30.60	Dispositius de maniobra i control
50	30	60	10	50.30.60.10	Cablejat / BUS de climatització
50	30	60	20	50.30.60.20	Detectors de CO2
50	40			50.40	Subministrament de combustibles
50	40	10		50.40.10	Equips principals de subministrament de combustibles
50	40	10	10	50.40.10.10	Equips de mesura, regulació i control de combustibles
50	40	10	20	50.40.10.20	Dipòsits de combustible
50	40	10	30	50.40.10.30	Grups de pressió de combustible
50	40	20		50.40.20	Equips secundaris de subministrament de combustibles
50	40	20	10	50.40.20.10	Vàlvules i instruments de mesura i control de fluxe de combustibles
50	40	20	20	50.40.20.20	Dispositius de subministrament de combustibles
50	40	30		50.40.30	Xarxa de distribució de subministrament de combustibles
50	40	30	10	50.40.30.10	Canalitzacions de subministrament de combustibles
50	40	30	20	50.40.30.20	Arquetes i pous de subministrament de combustibles

SISTEMA DE CLASSIFICACIÓ D'ELEMENTS				
50	40	40	50.40.40	Terminals de subministrament de combustibles
50	40	40	10	50.40.40.10 Aixetes de subministrament de combustibles
50	40	40	20	50.40.40.20 Cremadors
50	40	50	50.40.50	Dispositius de maniobra i control
50	40	50	10	50.40.50.10 Cablejat / BUS per a subministrament de combustibles
50	40	50	20	50.40.50.20 Detector de gasos
50	50		50.50	Protecció contra incendis
50	50	10	50.50.10	Extinció d'incendis
50	50	10	10	50.50.10.10 Dipòsits d'extinció d'incendis
50	50	10	20	50.50.10.20 Grups de pressió d'extinció d'incendis
50	50	10	30	50.50.10.30 Vàlvules i instruments de mesura i control de fluxe d'extinció d'incendis
50	50	10	40	50.50.10.40 Dispositius d'extinció d'incendis
50	50	10	50	50.50.10.50 Canalitzacions d'extinció d'incendis
50	50	10	60	50.50.10.60 Ruixadors
50	50	10	70	50.50.10.70 BIES
50	50	10	80	50.50.10.80 Extintors
50	50	20	50.50.20	Detecció d'incendis
50	50	20	10	50.50.20.10 Centraletes i racks de detecció d'incendis
50	50	20	20	50.50.20.20 Equips especials de detecció d'incendis
50	50	20	30	50.50.20.30 Canalitzacions de detecció d'incendis
50	50	20	40	50.50.20.40 Caixes de distribució de detecció d'incendis
50	50	30	50.50.30	Dispositius de maniobra i control
50	50	30	10	50.50.30.10 Polsadors
50	50	30	20	50.50.30.20 Quadres de comandament per contra incendis
50	50	30	30	50.50.30.30 Detectores d'incendis
50	50	30	40	50.50.30.40 Mecanismes d'extinció i detecció d'incendis
50	50	30	50	50.50.30.50 Cablejat / BUS de contra incendis
50	60		50.60	Instal·lacions elèctriques
50	60	10	50.60.10	Equips elèctrics principals
50	60	10	10	50.60.10.10 Quadres elèctrics
50	60	10	20	50.60.10.20 Grups electrògens
50	60	10	30	50.60.10.30 Escomeses elèctriques
50	60	10	40	50.60.10.40 Transformadors
50	60	20	50.60.20	Equips elèctrics secundaris
50	60	20	10	50.60.20.10 Bateria i SAI
50	60	20	20	50.60.20.20 Quadres de comandament elèctric
50	60	20	30	50.60.20.30 Bateria de condensadors
50	60	20	40	50.60.20.40 Embarrats i transformadors
50	60	30	50.60.30	Canalitzacions de distribució elèctriques
50	60	30	10	50.60.30.10 Safates de distribució elèctrica
50	60	30	20	50.60.30.20 Canals de superfície de distribució elèctrica
50	60	30	30	50.60.30.30 Caixes de distribució elèctrica
50	60	30	40	50.60.30.40 Màngues i tubs de distribució elèctrica
50	60	30	50	50.60.30.50 Arquetes i pous de distribució elèctrica
50	60	30	60	50.60.30.60 Cablejat elèctric
50	60	40	50.60.40	Dispositius de maniobra i control
50	60	40	10	50.60.40.10 Mecanismes
50	60	40	20	50.60.40.20 Preses
50	60	50	50.60.50	Il·luminació
50	60	50	10	50.60.50.10 Il·luminació exterior
50	60	50	20	50.60.50.20 Il·luminació interior
50	60	50	30	50.60.50.30 Il·luminació d'emergència
50	60	60	50.60.60	Xarxa de terres
50	60	60	10	50.60.60.10 Parallamps
50	60	60	20	50.60.60.20 Piquetes i arquetes
50	60	60	30	50.60.60.30 Mecanismes de la xarxa de terres
50	70		50.70	Telecomunicacions i audiovisuals
50	70	10	50.70.10	Equips principals de telecomunicacions
50	70	10	10	50.70.10.10 Antenes
50	70	10	20	50.70.10.20 Escomeses de telecomunicacions
50	70	10	30	50.70.10.30 Armaris RACK
50	70	10	40	50.70.10.40 Servidors
50	70	20	50.70.20	Equips secundaris de telecomunicacions
50	70	20	10	50.70.20.10 Conversors
50	70	20	20	50.70.20.20 Amplificadors
50	70	20	30	50.70.20.30 Altaveus
50	70	20	40	50.70.20.40 Centraletes
50	70	20	50	50.70.20.50 Routers
50	70	20	60	50.70.20.60 Monitors
50	70	30	50.70.30	Canalitzacions de distribució per a senyals dèbils
50	70	30	10	50.70.30.10 Safates de distribució per a senyals dèbils
50	70	30	20	50.70.30.20 Canals de superfície per a senyals dèbils
50	70	30	30	50.70.30.30 Caixes de distribució per a senyals dèbils
50	70	30	40	50.70.30.40 Cablejat de senyals dèbils
50	70	30	50	50.70.30.50 Màngues i tubs de distribució per a senyals dèbils
50	70	30	60	50.70.30.60 Arquetes i pous per a senyals dèbils
50	70	40	50.70.40	Dispositius de maniobra i control de telecomunicacions
50	70	40	10	50.70.40.10 Preses de telecomunicacions
50	70	40	20	50.70.40.20 Quadres de comandament de telecomunicacions
50	70	50	50.70.50	Terminals de telecomunicacions
50	70	50	10	50.70.50.10 Equips de telecomunicacions

SISTEMA DE CLASSIFICACIÓ D'ELEMENTS				
50	70	50	20	50.70.50.20 Emissors de telecomunicacions
50	80			50.80 Seguretat i antiintrusió
50	80	10		50.80.10 Equips de seguretat i antiintrusió
50	80	10	10	50.80.10.10 Racks per seguretat i antiintrusió
50	80	10	20	50.80.10.20 Centraletes de seguretat
50	80	10	30	50.80.10.30 Telefonia
50	80	20		50.80.20 Sistemes anti-intrusió
50	80	20	10	50.80.20.10 Detectores anti-intrusió
50	80	20	20	50.80.20.20 Circuits de TV
50	80	20	30	50.80.20.30 Sensors anti-intrusió
50	80	30		50.80.30 Elements de control de persones
50	80	30	10	50.80.30.10 Control de accessos
50	80	40		50.80.40 Elements de control de vehicles
50	80	40	10	50.80.40.10 Gestió de trànsit
50	80	50		50.80.50 Elements d'avis i alarma
50	80	50	10	50.80.50.10 Sirenes
50	90			50.90 Instal·lacions especials
50	90	10		50.90.10 Equips principals d'instal·lacions especials
50	90	10	10	50.90.10.10 Equips de mesura, regulació i control especials
50	90	10	20	50.90.10.20 Dipòsits d'instal·lacions especials
50	90	10	30	50.90.10.30 Grups de pressió d'instal·lacions especials
50	90	20		50.90.20 Equips secundaris d'instal·lacions especials
50	90	20	10	50.90.20.10 Vàlvules i instruments de mesura i control de fluxe especials
50	90	20	20	50.90.20.20 Dispositius especials
50	90	30		50.90.30 Xarxa de distribució d'instal·lacions especials
50	90	30	10	50.90.30.10 Canalitzacions especials
50	90	30	20	50.90.30.20 Arquetes i pous d'instal·lacions especials
50	90	40		50.90.40 Terminals d'instal·lacions especials
50	90	40	10	50.90.40.10 Aixetes per a instal·lacions especials
50	90	40	20	50.90.40.20 Altres terminals especials
50	90	50		50.90.50 Dispositius de maniobra i control
50	90	50	10	50.90.50.10 Comandaments
50	90	50	20	50.90.50.20 Detectores especials
50	90	50	30	50.90.50.30 Sensors especials
50	90	50	40	50.90.50.40 Altres dispositius de maniobra i control especials
50	100			50.100 Altres elements d'instal·lacions
50	100	10		50.100.10 Elements comuns d'instal·lacions
50	100	10	10	50.100.10.10 Elements de suport
50	100	10	20	50.100.10.20 Passareles i escales d'accés per a manteniment
50	100	10	30	50.100.10.30 Canalitzacions i arquetes comuns d'instal·lacions
60				60 Equipaments i mobiliari
60	10			60.10 Equipaments
60	10	10		60.10.10 Cambres humides / sanitaris
60	10	10	10	60.10.10.10 Inodors
60	10	10	20	60.10.10.20 Urinaris
60	10	10	30	60.10.10.30 Bidets
60	10	10	40	60.10.10.40 Plats de dutxa
60	10	10	50	60.10.10.50 Banyeres
60	10	10	60	60.10.10.60 Rentamans
60	10	10	70	60.10.10.70 Piques
60	10	10	80	60.10.10.80 Accessoris per a cambres humides
60	10	10	90	60.10.10.90 Safareigs
60	10	10	100	60.10.10.100 Abocador
60	10	20		60.10.20 Altres equipaments
60	10	20	10	60.10.20.10 Equipaments per a circulació de vehicles
60	10	20	20	60.10.20.20 Equipaments comercials
60	10	20	30	60.10.20.30 Equipaments institucionals
60	10	20	40	60.10.20.40 Equipaments recreatius
60	10	20	50	60.10.20.50 Equipaments assistencials
60	10	20	60	60.10.20.60 Electrodomèstics
60	10	20	70	60.10.20.70 Aparells informàtics
60	20			60.20 Mobiliari
60	20	10		60.20.10 Mobiliari fixe
60	20	10	10	60.20.10.10 Taulers
60	20	10	20	60.20.10.20 Estant
60	20	10	30	60.20.10.30 Miralls
60	20	10	40	60.20.10.40 Mostradors
60	20	10	50	60.20.10.50 Mobles d'obra
60	20	10	60	60.20.10.60 Armari encastats
60	20	10	70	60.20.10.70 Bancades
60	20	10	80	60.20.10.80 Altres mobiliaris fixes
60	20	30		60.20.30 Mobiliari mòbil
60	20	30	10	60.20.30.10 Taules
60	20	30	20	60.20.30.20 Cadires i sofàs
60	20	30	30	60.20.30.30 Taburets
60	20	30	40	60.20.30.40 Bancs
60	20	30	50	60.20.30.50 Llits
60	20	30	60	60.20.30.60 Armari, calaixeres i arxivadors
60	20	30	70	60.20.30.70 Altres mobiliaris mòbils
60	30			60.30 Sistemes de transport

SISTEMA DE CLASSIFICACIÓ D'ELEMENTS				
60	30	10	60.30.10	Transport vertical
60	30	10 10	60.30.10.10	Ascensors
60	30	10 20	60.30.10.20	Muntacàrregues
60	30	10 30	60.30.10.30	Escales mecàniques
60	30	20	60.30.20	Transport horitzontal
60	30	20 10	60.30.20.10	Passarel·les transportadores
60	30	20 20	60.30.20.20	Altres sistemes de transport
60	30	30	60.30.30	Manipulació d'elements
60	30	30 10	60.30.30.10	Grues
60	30	30 20	60.30.30.20	Polipast
60	30	30 30	60.30.30.30	Cintes transportadores
60	30	30 40	60.30.30.40	Sistemes pneumàtics
60	30	30 50	60.30.30.50	Altres sistemes de manipulació
70	70		70	Urbanització dels espais exteriors
70	10		70.10	Elements de fonamentació, contenció de terres i elements estructurals
70	10	10	70.10.10	Fonaments per a elements d'urbanització
70	10	10 10	70.10.10.10	Sabates per a elements d'urbanització
70	10	10 20	70.10.10.20	Fonamentació especial per a elements d'urbanització
70	10	20	70.10.20	Murs d'urbanització
70	10	20 10	70.10.20.10	Murs in-situ d'urbanització
70	10	20 20	70.10.20.20	Murs prefabricats d'urbanització
70	10	20 30	70.10.20.30	Murs de gravetat
70	10	20 40	70.10.20.40	Mur terra armada
70	10	20 50	70.10.20.50	Mur de gabions
70	10	30	70.10.30	Altres elements estructurals d'urbanització
70	20		70.20	Elements de tancaments i protecció d'urbanització
70	20	10	70.20.10	Tancaments de parcel·la
70	20	20	70.20.20	Barreres mòbils
70	20	30	70.20.30	Pilones
70	30		70.30	Ferms i paviments
70	30	10	70.30.10	Bases i subbases
70	30	20	70.30.20	Paviments peatonals
70	30	30	70.30.30	Paviments per a trànsit rodat
70	30	40	70.30.40	Esglaonaments d'urbanització
70	30	50	70.30.50	Rampes d'urbanització
70	40		70.40	Instal·lacions i serveis
70	40	10	70.40.10	Enllumenat
70	40	10 10	70.40.10.10	Lluminàries i bàculs
70	40	10 20	70.40.10.20	Elements d'abalisament
70	40	10 30	70.40.10.30	Elements de la xarxa i control
70	40	20	70.40.20	Reg i abastament de font
70	40	20 10	70.40.20.10	Canalitzacions de reg
70	40	20 20	70.40.20.20	Accesoris de reg
70	40	20 30	70.40.20.30	Arquetes de reg
70	40	30	70.40.30	Drenatge
70	40	30 10	70.40.30.10	Canalitzacions de drenatge
70	40	30 20	70.40.30.20	Reixes i buneras
70	40	30 30	70.40.30.30	Arquetes i pous de drenatge
70	50		70.50	Jardineria
70	50	10	70.50.10	Plantacions
70	50	10 10	70.50.10.10	Arbrats
70	50	10 20	70.50.10.20	Gespa
70	50	10 30	70.50.10.30	Arbustives
70	50	20	70.50.20	Parterres
70	50	20 10	70.50.20.10	Parterres fixos
70	50	20 20	70.50.20.20	Parterres mòbils
70	60		70.60	Mobiliari urbà i elements de senyalització
70	60	10	70.60.10	Mobiliari exterior
70	60	20	70.60.20	Jocs infantils
70	60	30	70.60.30	Mobiliari exterior especial
70	60	40	70.60.40	Senyalització horitzontal
70	60	50	70.60.50	Senyalització vertical
80	80		80	Construccions i instal·lacions temporals
80	10		80.10	Implantacions d'obra
80	10	10	80.10.10	Bastides
80	10	10 10	80.10.10.10	Pont volant
80	10	10 20	80.10.10.20	Bastida fixa
80	10	10 30	80.10.10.30	Cavallet
80	10	10 40	80.10.10.40	Bastida mòvil
80	10	10 50	80.10.10.50	Marquesines
80	10	10 60	80.10.10.60	Lones
80	10	20	80.10.20	Grues
80	10	20 10	80.10.20.10	Grua torre
80	10	20 20	80.10.20.20	Gruta
80	10	20 30	80.10.20.30	Muntacàrregues d'obra
80	10	20 40	80.10.20.40	Corrioles i polipasts
80	10	30	80.10.30	Casetes
80	10	30 10	80.10.30.10	Casetes d'obra
80	10	30 20	80.10.30.20	Lavabos portàtils

SISTEMA DE CLASSIFICACIÓ D'ELEMENTS				
80	10	30	30	80.10.30.30 Casetes d'enmagatzematge
80	10	30	40	80.10.30.40 Altres mòduls
80	10	40		80.10.40 Tancaments i senyalització
80	10	40	10	80.10.40.10 Tancaments perimetrals
80	10	40	20	80.10.40.20 Portes d'accés
80	10	40	30	80.10.40.30 Rètols
80	10	40	40	80.10.40.40 Balises de senyalització
80	10	50		80.10.50 Aplecs
80	10	50	10	80.10.50.10 Aplec de terres i àrids
80	10	50	20	80.10.50.20 Aplec de productes
80	10	50	30	80.10.50.30 Palets
80	10	60		80.10.60 Altres elements d'implantació d'obra
80	10	60	10	80.10.60.10 Sitja
80	10	60	20	80.10.60.20 Dipòsits d'obra
80	10	70		80.10.70 Gestió de residus
80	10	70	10	80.10.70.10 Saca de runa
80	10	70	20	80.10.70.20 Contenidor de runa
80	10	70	30	80.10.70.30 Runa
80	10	70	40	80.10.70.40 Residus especials
80	10	70	50	80.10.70.50 Ferralla
80	10	70	60	80.10.70.60 Tub de descàrrega de runa
80	10	70	70	80.10.70.70 Tremuja
80	20			80.20 Construccions temporals
80	20	10		80.20.10 Estructures auxiliars i estintolaments
80	20	10	10	80.20.10.10 Fonamentacions auxiliars
80	20	10	20	80.20.10.20 Estintolament de façanes
80	20	10	30	80.20.10.30 Estintolament de serveis
80	20	10	40	80.20.10.40 Encofrats auxiliars
80	20	20		80.20.20 Instal·lacions provisionals
80	20	20	10	80.20.20.10 Instal·lació provisional elèctrica
80	20	20	20	80.20.20.20 Instal·lació provisional d'aigua
80	20	20	30	80.20.20.30 Instal·lació provisional de sanejament
80	20	20	40	80.20.20.40 Altres instal·lacions provisionals
80	20	30		80.20.30 Altres construccions temporals
80	20	30	10	80.20.30.10 Altres construccions temporals
80	30			80.30 Equips i eines
80	30	10		80.30.10 Maquinària
80	30	10	10	80.30.10.10 Maquinària d'excavació i fonamentació
80	30	10	20	80.30.10.20 Maquinària per a enderrocs
80	30	10	30	80.30.10.30 Maquinària d'elevació
80	30	10	40	80.30.10.40 Maquinària d'transport
80	30	10	50	80.30.10.50 Maquinària de tractament de materials
80	30	10	60	80.30.10.60 Altres tipus de maquinària
80	30	20		80.30.20 Eines
80	30	20	10	80.30.20.10 Eines manuals
80	30	20	20	80.30.20.20 Eines no manuals
80	40			80.40 Seguretat i salut
80	40	10		80.40.10 Proteccions individuals i col·lectives
80	40	10	10	80.40.10.10 Equips de protecció individual
80	40	10	20	80.40.10.20 Tanques de protecció caigudes
80	40	10	30	80.40.10.30 Xarxes de protecció
80	40	10	40	80.40.10.40 Línies de vida
80	40	10	50	80.40.10.50 Altres mitjans de protecció col·lectiva
80	40	20		80.40.20 Equips de mesura preventiva
80	40	20	10	80.40.20.10 Equips de mesura i detecció de seguretat i salut
80	40	30		80.40.30 Delimitacions de zones de seguretat
80	40	30	10	80.40.30.10 Zones de trànsit rodat i maquinària
80	40	30	20	80.40.30.20 Zones de pas de persones

ANEJO Nº4. NOTA DE ENCARGO ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL PROYECTO “NOVA CONSTRUCCIÓ DE L'INSTITUT LLUÍS DE REQUESENS, DE MOLINS DE REI” CLAVE INA-12903.

SEPARATA AL PLEC DE BASES DE LA LICITACIÓ PER A L'ADJUDICACIÓ DEL
CONTRACTE DE SERVEIS PER A L'ASSISTÈNCIA TÈCNICA PER A LA REDACCIÓ
DEL PROJECTE:

**“NOVA CONSTRUCCIÓ DE L'INSTITUT LLUÍS DE REQUESENS, DE
MOLINS DE REI”
CLAU: INA-12903**

1.- Informació de caràcter general per als licitadors:

1.1 - Redacció del projecte bàsic i d'execució, i posterior Direcció d'Obra i certificació d'eficiència energètica de final d'obra corresponent a la Nova Construcció de l'Institut Lluís de Requesens de Molins de Rei, de 4/2 línies + 2 aules, amb una superfície de construcció de 4.590 m², situat entre el Carrer de Felip Canals, i les prolongacions del Carrer de Menéndez Pelayo i Carrer del Primer de Maig, de Molins de Rei, per un pressupost d'execució material de 4.601.275 EUR (capítol de l'Estudi de Seguretat i Salut inclòs).

El Projecte Bàsic inclou:

- Avantprojecte
- Projecte bàsic
- Estudi de seguretat i salut (bàsic)
- Estudi geotècnic
- Projecte d'activitats per a llicència ambiental

El Projecte Executiu inclou:

- Projecte executiu
- Estudi de seguretat i salut (executiu)
- Certificació d'eficiència energètica del projecte

La Direcció d'Obra inclou:

- Direcció d'obra
- Certificació d'eficiència energètica de final d'obra
- Certificació d'execució d'obres i instal·lacions segons llicència ambiental

1.2.- Amb l'objectiu de facilitar la correcta valoració de les ofertes i evitar possibles exclusions, es recorda als licitadors que a l'hora de fer les seves propostes segueixin fidelment les especificacions recollides en el Plec de Bases de la licitació, sobretot pel que fa a la documentació que s'haurà de lliurar a Infraestructures.cat (sobres núm. 1, 2 i 3). Per tal de no oblidar cap informació demanada, és convenient que es presenti segons l'ordre establert en el Plec de Bases.

Així mateix, es recorda als licitadors que **SEMPRE CAL PRESENTAR, EN EL SOBRE NÚM. 1:**

- **L'ANNEX NÚM. 7** corresponent al full resum de dades tècniques.
- **L'ANNEX NÚM. 9** corresponent al full resum de característiques similars.

Aquests documents es presentaran dins del Sobre 1 però en dossier independent segons el Punt 5.1.2.2. del Plec de Bases.

1.3.- El Plec de Bases i el Contracte tipus es poden consultar a través d'INTERNET en la pàgina www.infraestructures.cat.

1.4.-

La redacció del present projecte es desenvoluparà seguint el Sistema Integrat de Gestió (SIG) de Infraestructures.cat, basat en les normes ISO 9001 i ISO 14001, per tal de gestionar eficaçment les actuacions garantint: l'optimització de costos, el compliment de terminis, l'assegurament de la qualitat, la prevenció de riscos laborals i el respecte al medi ambient.

1.5.- Pel que fa referència a l'oferta tècnica dels licitadors a incloure en el sobre núm.2, cal considerar que en relació amb la proposta organitzativa (5.2.1) es valorarà positivament aquelles ofertes que contemplin que l'execució de la redacció i gestió del projecte i la posterior direcció d'obra es desenvolupin mitjançant un sistema organitzatiu i de metodologia de treball del tipus **Building Information Modeling (BIM)**, per a la vinculació global de dades entre les diferents àrees del projecte i del representant de l'equip tècnic amb els responsables d'aquestes: definició gràfica, estructures, instal·lacions, control de qualitat i pressupost.

2. Informació de caràcter tècnic:

2.1.- Documentació annexa:

- Encàrrec de l'actuació
- Programa de necessitats
- Plànol d'emplaçament
- Plànols del solar
- Informació urbanística
- Informe de l'ACA
- Informe de condicions higiènic-sanitàries

2.2.- El projecte, degudament visat pel col·legi professional corresponent, inclourà el desenvolupament de les instal·lacions per a la seva legalització.

2.3.- Els criteris per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics es poden consultar a la web de la Generalitat de Catalunya (Departament d'Ensenyament)

http://www20.gencat.cat/docs/Educacio/Home/Departament/Publicacions/Monografies/Criteris_construccio_edificis_centres_docents_publics/Criteris_construccio_edificis_centres_docents_publics.pdf



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament
Direcció General de Centre Públics

ENCÀRREC DE L'ACTUACIÓ



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament
Direcció General de Centres Públics

ENCÀRREC D'ACTUACIÓ

FEBRER 2013

CENTRE: INSTITUT LLUÍS DE REQUESENS
CODI: 08021430
ID: 1235
MUNICIPI: MOLINS DE REI
S.S.T.T.: BAIX LLOBREGAT

RELACIÓ DE TREBALLS

- ◇ PROJECTE BÀSIC I EXECUTIU
- ◇ ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT
- ◇ PROJECTE D'ACTIVITATS (Llicència Ambiental)
- ◇ ESTUDI GEOTÈCNIC
- ◇ TOPOGRÀFIC

DESCRIPCIÓ DE L'ENCÀRREC

NOVA CONSTRUCCIÓ INSTITUT 4/2 + 2 AULES

SUPERFÍCIES D'ACTUACIÓ

SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA INSTITUT 4/2 + 2 AULES= 4.590,00 m2

OBSERVACIONS

- Cal tenir en compte la distància a la carretera B-23.
- És recomana situar l'edifici el més apartat possible de l'esmentada carretera.
- El centre ha de ser fàcilment ampliable.

Nota: El títol de l'actuació a les licitacions de la redacció de projecte i posteriorment a les carpetes de l'expedient serà: Nova construcció INSTITUT

DOCUMENTACIÓ ADJUNTA

- ◇ PROGRAMA DE NECESSITATS INSTITUT
- ◇ INFORME URBANÍSTIC
- ◇ PLÀNOLS DEL SOLAR
- ◇ INFORME ACA
- ◇ INFORME CONDICIONS HIGIÈNIC - SANITÀRIES